

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 396**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/30** (2006.01)

**B29B 11/16** (2006.01)

**B29C 70/38** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2016 E 16178590 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 3135461**

54 Título: **Método de fabricación de cargas compuestas**

30 Prioridad:

**31.08.2015 US 201514840231**

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

**14.06.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHARLES, JORDAN D.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 672 396 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 de cargas compuestas

Antecedentes

5 Las estructuras compuestas se pueden fabricar laminando pilas de capas compuestas. Las capas compuestas, también denominadas cargas, pueden tener diferentes formas. Típicamente, las cargas deben cortarse individualmente a la forma de una lámina de material. Este proceso es ineficiente y genera una cantidad considerable de material de desecho. El documento US 5954898 divulga un método de fabricación de cargas, donde el método comprende: formar un perímetro combinado que no tiene aberturas cerradas circunferencialmente combinando geoméricamente formas de perímetro primario, que corresponden a formas de perímetro de las cargas, y formas de  
10 perímetro secundario, tales que los ejes de simetría de las formas de perímetro primario son paralelas entre sí, y todos los bordes limítrofes de la forma del perímetro combinado son ya sea paralelos o perpendiculares a los ejes de simetría de las formas del perímetro primario; depositar de manera contigua estopas de preimpregnación para formar capas de preimpregnación y laminar las capas de preimpregnación juntas para formar una lámina precursora que tenga una forma de perímetro combinado precursor; y cortar la lámina precursora.

15 Resumen

De acuerdo con esto, los métodos, destinados a abordar al menos las preocupaciones identificadas anteriormente, encontrarían utilidad. La invención se define por las características de la reivindicación 1. El siguiente es un ejemplo, que puede o no reivindicarse, del objeto de acuerdo con la presente divulgación.

20 Un ejemplo de la presente divulgación se relaciona con un método para fabricar cargas. El método comprende formar un perímetro combinado que no tiene aberturas cerradas circunferencialmente combinando geoméricamente formas de perímetro primario, que corresponden a formas de perímetro de las cargas, y formas de perímetro secundario, de modo que los ejes de simetría de las formas de perímetro primario son paralelas entre sí, bordes laterales de las formas del perímetro primario, adyacentes entre sí, son al menos parcialmente contiguas, y todos los bordes limítrofes de la forma del perímetro combinado son ya sea paralelos o perpendiculares a los ejes de simetría de las formas del  
25 perímetro primario. El método también comprende depositar estopas de preimpregnación contiguamente para formar capas compuestas de preimpregnación y laminar las capas compuestas de preimpregnación juntas para formar una lámina precursora, que tiene una forma de perímetro combinado de precursor que circunscribe la forma de perímetro combinado. El método comprende adicionalmente cortar la lámina precursora.

Breve descripción de los dibujos

30 Habiendo descrito así ejemplos de la presente descripción en términos generales, ahora se hará referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que los mismos caracteres de referencia designan las mismas o similares partes a lo largo de las diversas vistas, y donde:

La FIG. 1A es una primera porción de un diagrama de bloques de un método para fabricar cargas, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

35 LA FIG. 1B es una segunda porción del diagrama de bloques del método para fabricar cargas, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 2 es una vista esquemática en planta desde arriba de formas de perímetro primario que corresponden a formas de perímetro de cargas hechas de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

40 La FIG. 3 es una vista esquemática en planta desde arriba de una forma de perímetro combinado que comprende las formas de perímetro primario de la FIG. 2, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 4 es una vista esquemática en planta superior de una lámina precursora, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 5 es una vista esquemática en elevación lateral de la lámina precursora de la FIG. 4, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

45 La FIG. 6 es una vista esquemática en planta superior de una lámina derivada, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 7 es una vista esquemática en planta superior de las cargas realizadas de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

LA FIG. 8 es un diagrama de bloques de la producción de aeronaves y la metodología de servicio; y

50 LA FIG. 9 es una ilustración esquemática de una aeronave.

Descripción detallada

En las Figs. 1A y 1B, mencionadas anteriormente, los bloques pueden representar operaciones y/o porciones de los mismos y las líneas que conectan los diversos bloques no implican ningún orden particular o dependencia de las operaciones o partes de las mismas. Los bloques representados por líneas punteadas indican operaciones alternativas y/o porciones de los mismos. Las líneas punteadas, si las hay, que conectan los diversos bloques representan dependencias alternativas de las operaciones o porciones de los mismos. Se entenderá que no todas las dependencias entre las diversas operaciones divulgadas están necesariamente representadas. Las Figs. 1A y 1B y la divulgación adjunta que describe las operaciones de los métodos establecidos aquí no deben interpretarse como que necesariamente determinan una secuencia en la deben realizarse que las operaciones. Por el contrario, aunque se indica un orden ilustrativo, debe entenderse que la secuencia de las operaciones puede modificarse cuando sea apropiado. Por consiguiente, ciertas operaciones se pueden realizar en un orden diferente o simultáneamente. Adicionalmente, los expertos en la técnica apreciarán que no se deben realizar todas las operaciones descritas.

En la siguiente descripción, se establecen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de los conceptos divulgados, que se pueden poner en práctica sin algunos o todos estos detalles. En otros casos, se han omitido detalles de dispositivos y/o procesos conocidos para evitar ocultar innecesariamente la divulgación. Si bien algunos conceptos se describirán junto con ejemplos específicos, se entenderá que estos ejemplos no pretenden ser limitantes.

A menos que se indique lo contrario, los términos "primero", "segundo", etc. se usan aquí simplemente como etiquetas, y no están destinados a imponer requisitos ordinales, posicionales o jerárquicos sobre los elementos a los que se refieren estos términos. Además, la referencia a, por ejemplo, un "segundo" elemento no requiere ni excluye la existencia de, por ejemplo, un "primer" elemento o elemento de número inferior, y/o, por ejemplo, un "tercer" elemento o de número más alto.

La referencia aquí a "un ejemplo" indica que una o más características, estructuras o características descritas en conexión con el ejemplo se incluyen en al menos una implementación. La frase "un ejemplo" en varios lugares en la especificación puede o no referirse al mismo ejemplo.

Se proporcionan a continuación ejemplos ilustrativos, no exhaustivos, que pueden o no reivindicarse, del objeto de acuerdo con la presente divulgación.

Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 2-4 y particularmente a las FIGs. 1A y 1B, se divulga el método 500 para fabricar cargas 160. El método 500 comprende (la FIG. 1A, Bloque 502) que forma la forma 130 de perímetro combinado que no tiene aberturas cerradas circunferencialmente combinando geoméricamente las formas 132 de perímetro primario, que corresponden a las formas de perímetro de las cargas 160, y las formas 133 de perímetro secundario, de manera que los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario son paralelas entre sí, los bordes 134 laterales de las formas 132 de perímetro primario, adyacentes entre sí, son al menos parcialmente contiguas, y todos los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado son ya sea paralelos o perpendiculares a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario. El método también comprende (la FIG 1A, Bloque 504) depositar contiguamente estopas 172 de preimpregnación para formar capas 126 compuestas de preimpregnación y laminar capas 126 compuestas de preimpregnación juntas para formar la lámina 128 precursora que tiene una forma 174 de perímetro combinado de precursor que circunscribe la forma 130 de perímetro combinado. El método comprende adicionalmente (FIG. 1B, Bloque 506) lámina 128 precursora de corte. El objeto precedente de este párrafo caracteriza el ejemplo 1 de la presente divulgación.

Formar y laminar las capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5) para formar la lámina 128 de precursor (FIG. 4) que tiene una forma 174 de perímetro combinado de precursor (FIG. 4) que circunscribe la forma 130 de perímetro combinado (FIGs. 3, 4 y 6); formada a partir de la combinación de las formas 132 de perímetro primario (FIGs. 2 y 3), que corresponden a las formas de perímetro de las cargas 160 (FIGs. 6 y 7) y las formas 133 de perímetro secundario (FIG. 3), permite una disminución en el desperdicio y un aumento en tiempo de proceso cuando se corta la lámina 128 precursora (FIG. 4) para fabricar cargas 160 (FIG. 6).

La forma 130 de perímetro combinada (FIGs. 3, 4 y 6) que no tiene aberturas, orificios, espacios, etc., circunferencialmente encerrados forma o define una forma sólida (por ejemplo, una forma que carece de cualquier abertura interior a un borde de perímetro), que representa la combinación de formas 132 de perímetro primario (FIGs. 2 y 3), que corresponden a formas de perímetro de cargas 160 (FIGs. 6 y 7), y formas 133 de perímetro secundario (Figura 3). Cada una de las formas 132 de perímetro primario, que corresponden a las formas de perímetro de las cargas 160, y las formas 133 de perímetro secundario son contiguas (por ejemplo, se tocan y comparten al menos parcialmente un borde común).

Alternativamente, como un ejemplo, que no es parte de la invención, la forma 130 del perímetro combinado (FIGs. 3, 4 y 6) puede tener aberturas, orificios, espacios, etc., circunferencialmente encerrados. Formar la forma 130 de perímetro combinado que tiene circunferencialmente cerradas las aberturas puede reducir la cantidad de material necesario para fabricar la lámina 128 precursora (FIG. 4). Como un ejemplo, que no es parte de la invención, una o más de las áreas o porciones de forma 130 de perímetro combinado formado por o definido por las formas 133 de

perímetro secundario (figura 3) pueden ser aberturas (por ejemplo, una falta de estopas 172 de preimpregnación depositadas contiguamente (FIG. 5)) que forman capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5).

5 Orientar los ejes 138 de simetría (FIGs. 2 y 3) de las formas 132 de perímetro primario (FIGs 2 y 3) paralelas entre sí, los bordes 134 laterales (FIGs. 2 y 3) de las formas 132 de perímetro primario adyacentes entre sí, y todos los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado (FIGs. 3, 4 y 6) que son ya sea paralelos o perpendiculares a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario forman la forma 130 de perímetro combinado contigua.

En una implementación de ejemplo, se forman las formas 132 de perímetro primario (FIGs. 2 y 3) (por ejemplo, generadas) generando un modelo tridimensional ("3D") (no ilustrado explícitamente) que representa un artículo fabricado (no explícitamente ilustrado) que se realizará usando cargas 160 (FIGs. 6 y 7).

10 Como un ejemplo, el modelo 3D incluye una primera porción de modelo que tiene un primer perfil de corte transversal que es constante a lo largo de la primera porción de modelo. El modelo 3D también incluye una segunda porción de modelo que tiene un segundo perfil de corte transversal que es constante a lo largo de la segunda porción de modelo. El segundo perfil de corte transversal de la segunda porción de modelo es diferente del primer perfil de corte transversal de la primera porción de modelo. El modelo 3D también incluye una porción del modelo de transición que se estrecha desde la segunda porción del modelo hasta la primera porción del modelo.

En un ejemplo de implementación, las formas 132 de perímetro primario se forman adicionalmente cortando el modelo 3D en paralelo a un plano que se extiende longitudinalmente a través del modelo 3D para formar capas (no ilustradas explícitamente). Cada una de las capas corresponde a una de las formas 132 de perímetro primario (FIG. 2).

20 Como un ejemplo, cada capa formada cortando el modelo 3D tiene un espesor de corte transversal constante. Como un ejemplo, todas las capas tienen el mismo espesor de corte transversal.

En un ejemplo de implementación, el artículo se prepara mediante apilamiento y laminación de las cargas 160 (FIGs. 6 y 7). Por lo tanto, de acuerdo con el ejemplo anterior, el artículo fabricado a partir de las cargas 160 tiene el tamaño y la forma del mismo modelo 3D. Como un ejemplo, el artículo incluye una primera porción que tiene un primer perfil de corte transversal que es constante a lo largo de la primera porción. El artículo también incluye una segunda porción que tiene un segundo perfil de corte transversal que es constante a lo largo de la segunda porción. El segundo perfil de corte transversal de la segunda porción es diferente del primer perfil de corte transversal de la primera porción. El artículo también incluye una porción de transición que se estrecha desde la segunda porción a la primera porción.

30 Como un ejemplo, el artículo es un elemento que da rigidez, que puede acoplarse y hacer rígido un panel. Como un ejemplo, el artículo es un agujón de un ala de una aeronave (por ejemplo, un elemento que da rigidez acoplado y hace rígido un panel de recubrimiento del ala).

35 Como se ilustró en la FIG. 4, la forma 174 de perímetro combinado precursor (FIG. 4) de la lámina 128 precursora se asemeja a la forma 130 de perímetro combinado, que reduce el residuo o chatarra cuando se corta la lámina 128 precursora para fabricar las cargas 160 (FIGs. 6 y 7). De manera similar, y como se ilustró en la FIG. 3, la forma 130 de perímetro combinado se asemeja a la combinación geométrica de las formas 132 de perímetro primario (FIG. 3). El residuo o chatarra producido durante el corte de la lámina 128 precursora para fabricar las cargas 160 puede incluir la porción de la forma 130 de perímetro combinado definido por las formas 133 de perímetro secundario (FIG. 3) y la porción de la forma 174 de perímetro combinado precursor definido alrededor de la forma 130 de perímetro combinado.

Como se usa aquí, los términos "asemejan" y "asemeja" generalmente se refieren a tener una o más características, bordes limítrofes y/o formas en común.

40 Como un ejemplo, la forma 174 de perímetro combinado precursor (FIG. 4) y la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 4) comparten al menos parte de un borde limítrofe común (por ejemplo, borde perimetral). Como un ejemplo, la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 3) y la combinación geométrica de las formas 132 de perímetro primario (FIG. 3) comparten al menos parte de un borde limítrofe común (por ejemplo, borde perimetral).

45 Con referencia general a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 3 y 4 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 508), la forma 174 de perímetro combinado precursor es más grande que la forma 130 de perímetro combinado en un treinta por ciento como máximo. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 2 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 2 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 1, anteriormente.

50 La forma 174 de perímetro combinado precursor que es como máximo treinta por ciento más grande que la forma 130 de perímetro combinado reduce adicionalmente el residuo o chatarra (por ejemplo, del área de las formas 133 de perímetro secundario) (FIG. 3) producidas cuando se corta la lámina 128 precursora para fabricar las cargas 160.

Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 3, y 4 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 510), la forma 174 de perímetro combinado precursor es más grande que la forma 130 de perímetro combinado por un máximo del quince por ciento. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 3 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 3 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 1, anteriormente.

La forma 174 de perímetro combinado precursor que es como máximo quince por ciento más grande que la forma 130 de perímetro combinado, disminuye adicionalmente el residuo o chatarra (por ejemplo, del área de las formas 133 de perímetro secundario) (FIG. 3) producido cuando se corta la lámina 128 precursora para fabricar las cargas 160.

5 Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 3, y 4 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 512), la forma 174 de perímetro combinado precursor es más grande que la forma 130 de perímetro combinado por un máximo del cinco por ciento. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 4 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 4 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 1, anteriormente.

10 La forma 174 de perímetro combinado precursor (FIG. 4) que es como máximo cinco por ciento más grande que la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 4), disminuye adicionalmente el residuo o chatarra (por ejemplo, del área de las formas 133 de perímetro secundario) (FIG. 3) producido cuando se corta la lámina 128 precursora (FIG. 4) para fabricar las cargas 160 (FIG. 6).

15 Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 2, 3, y 6 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 514), todas las formas 132 de perímetro primario son diferentes entre sí. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 5 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 5 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-4, anteriormente.

Todas las formas 132 de perímetro primario (FIG. 2) que son diferentes entre sí permiten a cada una de las cargas 160 (FIGs. 6 y 7) cortadas de la lámina 128 precursora (FIG. 4) tener diferentes formas de perímetro y, por ejemplo, usarse para hacer un artículo hecho a partir de las cargas 160 que tiene una forma transicional.

Alternativamente, como un ejemplo, todas las formas 132 de perímetro primario son iguales entre sí.

20 Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 2 y 3 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 516), al menos unas de las formas 132 de perímetro primario es diferente de al menos otra de las formas 132 de perímetro primario. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 6 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 6 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-4, anteriormente.

25 Al menos una de las formas 132 de perímetro primario (FIG. 2) que es diferente de al menos otra de las formas 132 de perímetro primario habilita a al menos una de las cargas 160 (FIGs. 6 y 7) cortada a partir de la lámina 128 precursora (FIG. 4) para tener una forma de perímetro de al menos otra de las cargas 160 cortada a partir de la lámina 128 precursora.

30 Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 2, y 3 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 518), cada una de las formas 132 de perímetro primario tiene solamente un eje de simetría. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 7 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 7 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-6, anteriormente.

35 Cada una de las formas 132 de perímetro primario (FIGs. 2 y 3) que tiene solamente un eje de simetría permite a los ejes 138 de simetría (FIGs. 2 y 3) de las formas 132 de perímetro primario estar orientadas en paralelo entre sí cuando se forma la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 3) de manera que todos los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado son ya sea paralelos o perpendiculares a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario.

40 El eje de simetría de cada una de las formas 132 de perímetro primario (FIGs. 2 y 3) se define por una línea que se extiende a través de y que divide cada una de las formas 132 de perímetro primario en dos lados. Cada uno de los dos lados de cada una de las formas 132 del perímetro primario (por ejemplo, en cualquier lado del eje de simetría) es una imagen especular entre sí.

Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B y 3 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 520), todas las formas 133 de perímetro secundario son diferentes entre sí (Bloque 520). El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 8 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 8 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-7, anteriormente.

45 Todas las formas 133 de perímetro secundario que son diferentes entre sí permiten a la forma 130 de perímetro combinado asemejarse de manera cercana a una combinación de las formas 132 de perímetro primario.

50 Las formas 133 de perímetro secundario se definen por las regiones o porciones de la forma 130 de perímetro combinado formada entre las formas 132 de perímetro primario adyacentes y/o entre las formas 132 de perímetro primario y la forma 130 de perímetro combinado. Como un ejemplo, las formas 133 de perímetro secundario permiten a todos los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado estar ya sea en paralelo o perpendiculares a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario.

Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B y 3 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 522), cada una de las formas 133 de perímetro secundario es diferente de cada una de las formas 132 de perímetro primario. El

objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 9 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 9 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-8, anteriormente.

5 Cada una de las formas 133 de perímetro secundario que es diferente de cada una las formas 132 de perímetro primario permite además que la forma 130 de perímetro combinado se asemeje de manera cercana a una combinación de las formas 132 de perímetro primario.

Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B y 3 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 524), al menos una de las formas 133 de perímetro secundario no tiene eje de simetría. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 10 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 10 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-9, anteriormente.

10 Al menos una de las formas 133 de perímetro secundario que no tiene eje de simetría permite que al menos una de las formas 133 de perímetro secundario tome la forma de cualquier forma asimétrica y, por lo tanto, permite flexibilidad en la definición de la forma 130 de perímetro combinado.

15 Como un ejemplo, al menos una de las formas 133 de perímetro secundario puede tener cualquier forma adecuada para llenar una región de la forma 130 de perímetro combinado formada entre las formas 132 de perímetro primario adyacentes y/o entre las formas 132 de perímetro primario y la forma 130 de perímetro combinado.

20 Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1B, 4, y 5 y particularmente a la FIG. 1A (Bloque 526), se realiza el paso (Bloque 504) de asentar de manera contigua estopas 172 de impregnación para formar las capas 126 compuestas de preimpregnación que usa la máquina 236 automatizada de colocación de fibra. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 11 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 11 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-10, anteriormente.

25 El uso de la máquina 236 automatizada de colocación de fibra (FIG. 5) para asentar de manera contigua estopas 172 de preimpregnación (FIG. 5) para formar las capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5) permite que los bordes limítrofes (por ejemplo, bordes de perímetro) de la forma 174 de perímetro combinado precursor (FIG. 4) de la lámina 128 precursora (FIG. 4) se asemejen de manera cercana a los bordes limítrofes (por ejemplo, bordes de perímetro) de la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 4), formados por la combinación de las formas 132 de perímetro primario (FIG. 3), que corresponden a las formas de perímetro de las cargas 160 (FIG. 6), y las formas 133 de perímetro secundario (FIG. 3).

30 La máquina 236 automatizada de colocación de fibra (FIG. 5) puede incluir cualquier máquina usada para la fabricación de estructuras en forma de complejo por materiales compuestos. Como un ejemplo, la colocación automática de fibra es un proceso de fabricación de compuestos automatizados para calentar y compactar fibras no metálica preimpregnadas de resina en mandriles de herramientas típicamente complejas. La fibra generalmente viene en forma de estopas (por ejemplo, estopas 172 de impregnación) (FIG 5). En general, la estopa es un paquete de fibras de carbono impregnadas con resina epoxi y puede variar desde aproximadamente 0.125 pulgadas hasta aproximadamente 0.75 pulgadas de ancho por aproximadamente 0.005 pulgadas hasta aproximadamente 0.007 pulgadas de espesor. Como un ejemplo, las estopas pueden venir en un carrete.

35 Como ejemplo, la máquina 236 automatizada de colocación de fibra (FIG. 5) puede tener una capacidad de cuatro a treinta y dos estopas 172 de impregnación (FIG. 5) o cuando se colocan todas las estopas 172 de impregnación a la vez en un solo curso, tienen anchos de curso respectivos de aproximadamente 1.5 pulgadas a aproximadamente 16 pulgadas. Se pueden alimentar las estopas 172 de impregnación a un calentador y un rodillo de compactación sobre un cabezal de la máquina 236 automatizada de colocación de fibra y a través de movimientos de máquina de tipo robótico, son colocadas en caminos a través de una herramienta o superficie de acumulación.

Los cursos (por ejemplo, estratificación) de las estopas 172 de preimpregnación (FIG. 5) pueden colocarse generalmente en diferentes orientaciones angulares para construir las capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5), que, en combinación, tienen buenas propiedades en todas las direcciones.

45 Como un ejemplo, las capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5) se depositan contiguamente (por ejemplo, se colocan en hileras) y se laminan juntas para formar la lámina 128 precursora (FIG. 4). Cada una de las cargas 160 (FIGs. 6 y 7) está cortada a partir de la lámina 128 precursora.

50 Las capas 126 compuestas de preimpregnación puede incluir fibras de refuerzo. Como un ejemplo, las fibras de refuerzo de aproximadamente cincuenta por ciento de las capas 126 compuestas de preimpregnación son paralelas a una dirección de carga primaria de las cargas 160 o el artículo fabricado a partir de las cargas 160. Como un ejemplo, las fibras de refuerzo de aproximadamente cuarenta por ciento de las capas 126 compuestas de preimpregnación están a cuarenta y cinco grados con respecto a la dirección de la carga primaria de las cargas 160 o el artículo fabricado a partir de las cargas 160. Como un ejemplo, las fibras de refuerzo de aproximadamente el diez por ciento de las capas 126 compuestas de preimpregnación son perpendiculares a la dirección de carga primaria de las cargas 160 o el artículo fabricado a partir de las cargas.

Variar y/o alternar la orientación de las fibras de refuerzo entre las capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5), con respecto al eje de simetría de cada una de las cargas 160 (FIGs. 6 y 7), en una pluralidad de diferentes ángulos, tal como ángulos aproximados de 0°, + 45°, -45° y 90°, producen propiedades mecánicas óptimas (por ejemplo, resistencia y/o rigidez) en las cargas 160 y el artículo formado a partir de cargas 160.

5 La máquina 236 automatizada de colocación de fibra (FIG. 5) también puede ser capaz de cortar estopas individuales en diferentes momentos mientras la máquina 236 automatizada de colocación de fibra se mueve, por ejemplo, mientras se colocan caminos de estopas (por ejemplo, estopas 172 de preimpregnación) (FIG. 5). Esto puede ser particularmente beneficioso cuando se colocan caminos de estopas de +/- 45 grados para hacer capas (por ejemplo, las capas 126 compuestas de preimpregnación) (FIG. 5), ya que la máquina 236 automatizada de colocación de fibra  
10 puede cortar una primer estopa en el punto de terminación deseado y una fracción de un segundo después cortar una segunda estopa, luego una tercera estopa, etc. Además, las estopas pueden comenzar independientemente de otras estopas mientras se mueve la máquina 236 automatizada de colocación de fibra. Esto también puede ser beneficioso mientras se colocan caminos de estopas de +/- 45 grados, ya que la cantidad de material usado se reduce al mínimo. Además, la máquina 236 automatizada de colocación de fibra permite que las estopas se detengan, y comiencen, y detengan, y comiencen, etc., mientras que la máquina 236 automatizada de colocación de fibra se desplaza linealmente en una (por ejemplo, la misma) dirección.  
15

Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1A, 4, y 6 y particularmente a la FIG. 1B (Bloque 528), el paso (FIG. 1A, Bloque 506) que corta la lámina 128 precursora comprende formar la lámina 129 derivada mediante el corte de la lámina 128 precursora a lo largo de los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado para eliminar  
20 la chatarra 162 de crenulación. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 12 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 12 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-11, anteriormente.

El corte de la lámina 128 precursora (FIG. 4) a lo largo de los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado para eliminar la chatarra 162 de crenulación forma al menos parte de los bordes limítrofes de una o más cargas 160 (FIG. 6).

25 Se forma la chatarra 162 de crenulación (FIGs. 4 y 5) durante el paso (FIG. 1A, Bloque 504) que deposita contiguamente estopas 172 de preimpregnación para formar las capas 126 compuestas de preimpregnación y que lamina las capas 126 compuestas de preimpregnación juntas para formar la lámina 128 precursora. Como se ilustró con las FIGs. 4 y 5, una porción (por ejemplo, una porción de extremo) de una o más de las estopas 172 de preimpregnación (FIG. 5) que forma una o más capas 126 compuestas de preimpregnación (FIG. 5) se extiende más  
30 allá de los bordes limítrofes de la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 4), por ejemplo, durante el proceso automatizado de colocación de fibra por la máquina 236 automatizada de colocación de fibra (FIG. 5). Como un ejemplo, una o más de las estopas 172 de preimpregnación establecidas de modo que las fibras de refuerzo entre las capas 126 compuestas de preimpregnación están en diferentes ángulos con respecto a los ejes 138 de simetría (FIG. 3), las formas 132 de perímetro primario forman la chatarra 162 de crenulación.

35 La eliminación (por ejemplo, cortando) de la chatarra 162 de crenulación (FIG. 4) de la lámina 128 precursora (FIG. 4) deja la lámina 129 derivada (FIG. 6). La lámina 129 derivada incluye una forma de perímetro igual a la forma 130 de perímetro combinado (FIG. 4 y 6) formada por la combinación geométrica de las formas 132 de perímetro primario (FIG. 3), que corresponden a las formas de perímetro de las cargas 160 (FIG. 6), y las formas 133 de perímetro secundario (FIG. 4).

40 Con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1A, 4, y 6 y particularmente a la FIG. 1B, el paso (Bloque 506) de cortar la lámina 128 precursora comprende además (Bloque 530) separar las cargas 160 de la lámina 129 derivada mediante el corte de la lámina 129 derivada a lo largo de las líneas 166 de corte de chatarra. Cada una de las líneas 166 de corte de chatarra (Bloque 532) comprende una porción perpendicular a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario. El paso (Bloque 506) de cortar la lámina 128 precursora también comprende (Bloque 534)  
45 cortar la lámina 129 derivada a lo largo de las líneas 142 de corte de carga. Cada una de las líneas 142 de corte de carga (Bloque 536) comprende una porción paralela a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario y una porción oblicua a los ejes 138 de simetría de las formas 132 de perímetro primario. Las líneas 166 de corte de chatarra y las líneas 142 de corte de carga (Bloque 538) trazan contornos de las formas 132 de perímetro primario y las formas 133 de perímetro secundario. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 13 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 13 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 12, anteriormente.  
50

El corte de la lámina 129 derivada a lo largo de las líneas 166 de corte de chatarra y la línea 142 de corte de carga, optimiza el paso de corte, que por lo tanto reduce el número de cortes requeridos para separar las cargas 160 de la lámina derivada y, por lo tanto, que reduce el tiempo y coste requerido para fabricar las cargas 160.

55 El corte de la lámina 129 derivada a lo largo de las líneas 166 de corte de chatarra separa al menos parcialmente la chatarra 164 de lámina de la lámina 129 derivada. La chatarra 164 de lámina es una porción de la lámina 129 derivada definida por al menos una de las formas 132 de perímetro secundario. El corte de la lámina 129 derivada a lo largo de las líneas 142 de corte de carga separa las cargas 160 de la lámina 129 derivada.

Por consiguiente, cada dos cortes de la lámina 129 derivada hace una de las cargas 160. Como un ejemplo, un corte individual a lo largo de una línea 142 de corte de carga y un corte individual a lo largo de una línea 166 de corte de chatarra separa una de las cargas 160 de la lámina 129 derivada.

5 Con respecto a la FIG. 1B y con relación a, por ejemplo, las FIGs. 1A y 6, con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1A y 6, y particularmente a la FIG. 1B (Bloque 540), se corta la lámina 129 derivada usando el dispositivo 244 controlado por la máquina 238 de control numérico por ordenador. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 14 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 14 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 12 o 13, anteriormente.

10 Mediante el uso del dispositivo 244 controlado por la máquina 238 de control numérico por ordenador ("CNC"), automatiza el corte de la lámina 129 derivada y la separación de cargas 160 de la lámina 129 derivada.

15 La máquina 238 de CNC puede incluir cualquier herramienta de máquina automatizada que se opera por comandos programados de manera precisa codificados en un medio de almacenamiento y controlados por un ordenador. La máquina 238 de CNC puede controlar el movimiento del dispositivo 244 a lo largo de múltiples ejes (por ejemplo, eje X, eje Y, y/o eje Z). El dispositivo 244 puede incluir cualquier dispositivo de corte adecuado para cortar de forma limpia a través de la lámina 129 derivada.

Con respecto a la FIG. 1B y con relación a, por ejemplo, las FIGs. 1A y 6, con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1A y 6 y particularmente a la FIG. 1B (Bloque 542), el dispositivo 244 es el cortador 234 ultrasónico. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 15 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 15 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 14, anteriormente.

20 El cortador 234 ultrasónico puede incluir cualquier dispositivo de corte que haga vibrar una cuchilla de corte, por ejemplo, con una amplitud de aproximadamente 10 mm a aproximadamente 70 mm, en una dirección longitudinal para cortar el material. El cortador 234 ultrasónico puede cortar fácilmente resina, fibras de refuerzo y materiales compuestos.

25 Como un ejemplo, el cortador 234 ultrasónico puede ser ventajoso ya que separa las cargas 160 sin destruir o eliminar de otro modo ningún material (por ejemplo, estopas 172 de preimpregnación que forman las capas 126 compuestas de preimpregnación) (FIG. 5), por ejemplo, como haría una sierra. Adicionalmente, el cortador 234 ultrasónico puede cortar las capas 126 compuestas de preimpregnación que forman la lámina 128 precursora (FIG. 4) y/o la lámina 129 derivada (FIG. 6) sin adherencia (comúnmente conocida como "formación de coágulos") de una cuchilla de corte, que es un problema común cuando se cortan materiales con resinas no curadas. Debido a que el cortador 234 ultrasónico vibra rápidamente, es casi totalmente inmune a los efectos adversos de la adherencia de la resina en la superficie de la cuchilla de corte. Esto minimiza la limpieza requerida de un borde de la cuchilla de corte del cortador 234 ultrasónico.

30 Con referencia a la FIG. 1B y con referencia a, por ejemplo, las Figs. 1A y 6, con referencia generalmente a, por ejemplo, las Figs. 1A y 6 y particularmente a la FIG. 1B (Bloque 544), el dispositivo 244 es el cortador 246 mecánico. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 16 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 16 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 14, anteriormente.

35 El cortador 246 mecánico puede incluir cualquier dispositivo de corte que gire u oscile mecánicamente una cuchilla de corte para cortar material. El cortador 246 mecánico puede configurarse para minimizar la cantidad de material (por ejemplo, estopas 172 de preimpregnación que forman las capas 126 compuestas de preimpregnación) (FIG. 5) que se destruye o de lo contrario se elimina de la lámina 128 precursora (FIG. 4) y/o la lámina 129 derivada (FIG. 6) durante el proceso de corte.

Con referencia a la FIG. 1B y con referencia a, por ejemplo, las FIGs. 1A y 6, con referencia generalmente a, por ejemplo, las FIGs. 1A y 6 y particularmente a la FIG. 1B (Bloque 546), el dispositivo 244 es el cortador 248 de láser. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 17 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 17 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 14, anteriormente.

45 El cortador 248 de láser puede incluir cualquier dispositivo de corte que use un láser para cortar material. El cortador 248 de láser puede configurarse para cortar sin fundir el material (por ejemplo, estopas 172 de preimpregnación que forman las capas 126 compuestas de preimpregnación) (FIG. 5) de la lámina 128 precursora (FIG. 4) y/o la lámina 129 derivada (FIG.6) durante el proceso de corte.

50 Con respecto a la FIG. 7, las cargas 160 comprenden la carga 124 base que comprende la primera porción de carga 142 base, la segunda porción de carga 144 base, y la porción de transición de carga 146 base. La porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base se estrecha a partir de la segunda porción de carga 144 base a la primera porción de carga 142 base. Las cargas 160 también comprenden la carga 148 inicial que comprende la primera porción de carga 150 inicial y la porción de transición de carga 152 inicial. La primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial está formada idénticamente a la primera porción de carga 142 base de la carga 124 base. La porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial está formada idénticamente a al menos una porción de la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base. Las cargas (160) comprenden adicionalmente la carga A subsiguiente que comprende la primera porción de carga A subsiguiente y la porción de transición de carga A

subsiguiente. La primera porción de carga A subsiguiente de carga A subsiguiente se forma idénticamente a la primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial. La porción de transición de carga A subsiguiente de carga A subsiguiente es más pequeña que la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial y está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga 152 inicial. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 18 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 18 también incluye el objeto de acuerdo con cualquiera de los ejemplos 1-17, anteriormente.

Un apilamiento laminado de la carga 124 base, la carga 148 inicial y la carga A subsiguiente forman una parte integral, continua del artículo hecho de las cargas 160 capaz de reaccionar de forma efectiva a cargas (por ejemplo, diferentes cargas de flexión) y transferir las cargas entre una primera porción del artículo y una segunda porción del artículo a lo largo de una porción de transición del artículo.

Como se ha expresado anteriormente, como un ejemplo, el artículo fabricado puede estar fabricado al menos parcialmente a partir de apilamiento y laminación de las cargas 160 (por ejemplo, la carga 124 base, la carga 148 inicial y la carga A subsiguiente). El artículo puede incluir una primera porción que tiene un primer perfil de corte transversal que es constante a lo largo de la primera porción. El artículo también puede incluir una segunda porción que tiene un segundo perfil de corte transversal que es constante a lo largo de la segunda porción. El segundo perfil de corte transversal de la segunda porción es diferente del primer perfil de corte transversal de la primera porción. El artículo también puede incluir una porción de transición que se estrecha desde la segunda porción del artículo hasta la primera porción del artículo.

Como un ejemplo, la carga 124 base, la carga 148 inicial y la carga A subsiguiente que se apilan y laminan secuencialmente al menos parcialmente, definen un primer perfil de corte transversal de la primera porción del artículo fabricado a partir de las cargas 160 y los perfiles de corte transversal de transición de la porción de transición del artículo fabricado a partir de cargas 160, y mejoran las capacidades de carga del artículo.

Como un ejemplo, la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base que se estrecha desde la segunda porción de carga 144 base a la primera porción de carga 146 base, la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial que se estrecha a la primera porción de carga 150 inicial, la porción de transición de carga A subsiguiente de carga A subsiguiente que se estrecha a la primera porción de carga A subsiguiente, reducen gradualmente el ancho de la parte del artículo (por ejemplo, el ancho del apilamiento laminado de cargas 160) desde la segunda porción a la primera porción a lo largo de la porción de transición y proporciona una transición suave desde la segunda porción a la primera porción a lo largo de la porción de transición.

La porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial que es más pequeña que la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base y la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente que es más pequeña que la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial, reducen gradualmente el ancho de la parte del artículo (por ejemplo, el ancho del apilamiento laminado de las cargas 160) de la carga 124 base a la carga A subsiguiente.

La porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial que está formada idénticamente a al menos una porción de la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base y una primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente que está formada idénticamente a la primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial y la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente que es más pequeña que la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial y que está formada idénticamente a la porción de la porción de transición de carga 152 inicial, aumenta gradualmente la altura combinada de la parte del artículo (por ejemplo, la altura combinada del apilamiento laminado de cargas 160) desde la segunda porción a la primera porción a lo largo de la porción de transición.

Como un ejemplo, la segunda porción de carga 144 base de la carga 124 base tiene una forma generalmente rectangular bidimensional ("2D"). Tal como se usa aquí, el término "forma en 2D" se refiere a una forma bidimensional en una vista ortogonal. La primera porción de carga 142 base de la carga 124 base tiene una forma 2D generalmente rectangular. Un ancho máximo de la primera porción de carga 142 base es más pequeño que un ancho máximo de la segunda porción de carga 144 base. La porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base tiene una forma trapezoidal en 2D. Un ancho máximo de la porción de transición de carga 146 base disminuye gradualmente desde el ancho máximo de la primera porción de carga 142 base hasta el ancho máximo de la segunda porción 144 de carga base.

Como un ejemplo, la primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial tiene una forma en 2D generalmente rectangular. Un ancho máximo de la primera porción de carga 150 inicial es más pequeño que el ancho máximo de la primera porción de carga 142 base. La porción de transición de carga 152 inicial tiene una forma 2D generalmente trapezoidal. Un ancho máximo de la porción de transición de carga 152 inicial es más pequeño que el ancho máximo de la porción de transición de carga 146 base. Una longitud máxima de la porción de transición de carga 152 inicial puede ser mayor, igual o más pequeña que una longitud de la porción de transición de carga 146 base.

Como un ejemplo, la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente tiene una forma en 2D generalmente rectangular. Un ancho máximo de la primera porción de carga A subsiguiente es más pequeño que el ancho máximo de la primera porción de carga 150 inicial. La porción de transición de carga A subsiguiente tiene una forma en 2D generalmente trapezoidal. Un ancho máximo de la porción de transición de carga A subsiguiente es más pequeño que el ancho máximo de la porción de transición de carga 152 inicial. Una longitud máxima de la porción de transición de carga A subsiguiente es menor que la longitud máxima de la porción de transición de carga 152 inicial.

Como un ejemplo, la carga 124 base, la carga 148 inicial y la carga A subsiguiente cada una tiene una forma de corte transversal trapezoidal (por ejemplo, un corte transversal tomado perpendicular al eje de simetría). Como un ejemplo, cuando se corta la lámina 128 precursora (FIG. 1B, Bloque 506) para separar (FIG. 1B, Bloques 530 y 534) las cargas 160 (por ejemplo, la carga 124 base, la carga 148 inicial y la carga A subsiguiente), por ejemplo con el dispositivo 244 (FIG. 6), los cortes realizados a lo largo de las líneas 142 de corte de carga (FIG. 6) y las líneas 166 de corte de chatarra (FIG. 6) pueden realizarse en un ángulo distinto de cero (por ejemplo, un ángulo de cuarenta y cinco grados) relativo a un plano normal a la lámina 128 precursora.

Así, como un ejemplo, el apilamiento de la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base, la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial, y la porción de transición de carga A subsiguiente de carga A subsiguiente tiene una forma de corte transversal trapezoidal. De forma similar, como un ejemplo, el apilamiento de la primera porción de carga 142 base de la carga 124 base, la primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial, y la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente tiene una forma de corte transversal trapezoidal.

Con referencia a la FIG. 7, las cargas 160 comprenden además la carga B subsiguiente que comprende la primera porción de carga B subsiguiente y la porción de transición de carga B subsiguiente. La primera porción de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente está formada idénticamente a la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente. La porción de transición de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente es más pequeña que la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente y está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga A subsiguiente. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 19 de la presente divulgación, en el que el ejemplo 19 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 18, anteriormente.

La carga B subsiguiente que se apila y lamina sobre la carga A subsiguiente aumenta adicionalmente la altura combinada del artículo fabricado a partir de las cargas 160, define adicionalmente de manera parcial el primer perfil de corte transversal de la primera porción del artículo y los perfiles de corte transversal de transición de la porción de transición del artículo, y mejora las capacidades de carga del artículo fabricado a partir de las cargas 160.

Como un ejemplo, la primera porción de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente tiene una forma en 2D generalmente rectangular. Un ancho máximo de la primera porción de carga B subsiguiente es más pequeño que el ancho máximo de la primera porción de carga A subsiguiente. La porción de transición de carga B subsiguiente tiene una forma en 2D generalmente trapezoidal. Un ancho máximo de la porción de transición de carga B subsiguiente es más pequeño que el ancho máximo de la porción de transición de carga A subsiguiente. Una longitud máxima de la porción de transición de carga B subsiguiente es menor que la longitud máxima de la porción de transición de carga A subsiguiente.

Como un ejemplo, la porción de transición de carga B subsiguiente tiene una forma de corte transversal trapezoidal. Por lo tanto como un ejemplo, el apilamiento de la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base, la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial, la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, y la porción de transición de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente tiene una forma de corte transversal trapezoidal. De manera similar, como un ejemplo, el apilamiento de la primera porción de carga 142 base de la carga 124 base, la primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial, la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, y la primera porción de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente tienen una forma de corte transversal trapezoidal.

Con respecto a la FIG. 7, las cargas 160 comprenden además las cargas B a N subsiguientes, las cargas B a N subsiguientes comprenden respectivamente las primeras porciones de carga B a N subsiguientes y las porciones de transición de carga B a N subsiguientes. Las primeras porciones de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes están formadas de manera idéntica a la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente. Las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes son más pequeñas que la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente. Cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes es más pequeña que una anterior de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes. Cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes está formada de manera idéntica a una porción de la porción de transición de carga A subsiguiente. El objeto anterior de este párrafo caracteriza el ejemplo 20 de la presente divulgación, en la que el ejemplo 20 también incluye el objeto de acuerdo con el ejemplo 18, anterior.

Las cargas B a N subsiguientes que se apilan secuencialmente y se laminan sobre la carga A subsiguiente aumentan aún más la altura combinada del artículo fabricado a partir de las cargas 160, define adicionalmente parcialmente el primer perfil de corte transversal de la primera porción del artículo y los perfiles de corte transversal de transición de la porción de transición del artículo, y mejora las capacidades de carga del artículo.

5 Como un ejemplo, cada una de las primeras porciones de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes tiene una forma generalmente en 2D rectangular. Un ancho máximo de cada una de las primeras porciones de carga B a N subsiguientes es más pequeño que el ancho máximo de la primera porción de carga A subsiguiente y un ancho máximo de una anterior de las primeras porciones de carga B a N subsiguientes. Cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes tiene una forma generalmente en 2D trapezoidal 2D. Un ancho máximo de cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes es más pequeño que el ancho máximo de la porción de transición de carga A subsiguiente y un ancho máximo de una anterior de las primeras porciones de carga B a N subsiguientes. Un ancho máximo de cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes es menor que la longitud máxima de la porción de transición de carga A subsiguiente y una longitud máxima de una anterior de las primeras porciones de carga B a N subsiguientes.

15 Como un ejemplo, cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes tiene una forma de corte transversal trapezoidal. Por lo tanto, como un ejemplo, el apilamiento de la porción de transición de carga 146 base de la carga 124 base, la porción de transición de carga 152 inicial de la carga 148 inicial, la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, y las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes tienen una forma de corte transversal trapezoidal. De manera similar, como un ejemplo, el apilamiento de la primera porción de carga 142 base de la carga 124 base, la primera porción de carga 150 inicial de la carga 148 inicial, la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, y las primeras porciones de carga B a N de las cargas B a N subsiguientes tienen una forma de corte transversal trapezoidal.

25 Se pueden describir los ejemplos de la presente divulgación en el contexto del método 1100 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la FIG. 8 y la aeronave 1102 como se muestra en la FIG. 9. Durante la preproducción, el método 1100 ilustrativo puede incluir la especificación y el diseño (bloque 1104) de la aeronave 1102 y la adquisición de material (bloque 1106). Durante la producción, pueden tener lugar la fabricación del componente y del subconjunto (bloque 1108) y la integración del sistema (bloque 1110) de la aeronave 1102. A continuación, la aeronave 1102 puede pasar por la certificación y la entrega (bloque 1112) para ser puesta en servicio (bloque 1114). Mientras está en servicio, la aeronave 1102 puede programarse para mantenimiento y servicio de rutina (bloque 1116). El mantenimiento y el servicio de rutina pueden incluir la modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, etc. de uno o más sistemas de la aeronave 1102.

35 Se puede realizar o llevar a cabo cada uno de los procesos del método 1100 ilustrativo por un integrador de sistema, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier cantidad de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier cantidad de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una empresa de leasing, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

40 Como se muestra en la FIG. 9, la aeronave 1102 producida por el método 1100 ilustrativo puede incluir el fuselaje 1118 con una pluralidad de sistemas 1120 de alto nivel e interior 1122. Ejemplos de sistemas 1120 de alto nivel incluyen uno o más del sistema 1124 de propulsión, sistema 1126 eléctrico, sistema 1128 hidráulico y sistema 1130 ambiental. Se puede incluir cualquier cantidad de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios divulgados aquí pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria automotriz. Por consiguiente, además de la aeronave 1102, los principios divulgados aquí pueden aplicarse a otros vehículos, por ejemplo, vehículos terrestres, vehículos marinos, vehículos espaciales, etc.

45 Se pueden emplear los aparatos y métodos mostrados o descritos aquí durante una o más de las etapas del método 1100 de fabricación y servicio. Por ejemplo, se pueden fabricar o hacer componentes o subconjuntos que corresponden a la fabricación de componentes y subconjuntos (bloque 1108) de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 1102 está en servicio (bloque 1114). Además, se puede usar uno o más ejemplos de los aparatos, métodos o combinación de los mismos durante las etapas 1108 y 1110 de producción, por ejemplo, agilizando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el costo de la aeronave 1102. De manera similar, se pueden usar uno o más ejemplos del aparato o realizaciones del método, o una combinación de los mismos, por ejemplo y sin limitación, mientras la aeronave 1102 está en servicio (bloque 1114) y/o durante el mantenimiento y el servicio (bloque 1116).

De acuerdo con un aspecto de la divulgación, se proporciona:

55 Un método de fabricación de cargas, donde el método comprende: formar un perímetro combinado que no tiene aberturas cerradas circunferencialmente mediante combinación de manera geométrica de formas de perímetro primario, que corresponden a formas de perímetro de las cargas, y formas de perímetro secundario, de modo que los ejes de simetría de las formas de perímetro primario son paralelas entre sí, los bordes laterales de las formas de perímetro primario, adyacentes entre sí, son al menos parcialmente contiguos, y todos los bordes limítrofes de la forma

del perímetro combinado son paralelos o perpendiculares a los ejes de simetría de las formas de perímetro primario; depositar contiguamente estopas de preimpregnación para formar capas compuestas de preimpregnación y laminar las capas compuestas de preimpregnación juntas para formar una lámina precursora que tiene una forma de perímetro combinado precursor que circunscribe la forma de perímetro combinado; y cortar la lámina precursora.

- 5 Opcionalmente, la forma de perímetro combinado precursor es más grande que la forma del perímetro combinado en un treinta por ciento como máximo, en un quince por ciento como máximo o en un cinco por ciento como máximo.

Opcionalmente, todas las formas del perímetro primario son diferentes entre sí.

Opcionalmente, al menos una de las formas de perímetro primario es diferente de al menos otra de las formas de perímetro primario.

- 10 Opcionalmente, cada una de las formas de perímetro primario tiene solo un eje de simetría.

Opcionalmente, todas las formas (133) de perímetro secundario son diferentes entre sí.

Opcionalmente, cada una de las formas de perímetro secundario es diferente de cada una de las formas de perímetro primario.

Opcionalmente, al menos una de las formas de perímetro secundario no tiene eje de simetría.

- 15 Opcionalmente, se realiza el paso de depositar estopas de preimpregnación de manera contigua para formar capas compuestas de preimpregnación usando una máquina de colocación de fibra automática.

Opcionalmente, cortar la lámina precursora comprende formar una lámina derivada cortando la lámina precursora a lo largo de los bordes limítrofes de la forma de perímetro combinado para eliminar la chatarra de crenulación.

- 20 Opcionalmente, cortar la lámina precursora comprende además separar las cargas de la lámina derivada mediante: corte de la lámina derivada a lo largo de líneas de corte de chatarra, en el que cada una de las líneas de corte de chatarra comprende una porción perpendicular a los ejes de simetría de las formas del perímetro primario ; y corte de la lámina derivada a lo largo de líneas de corte de carga, en el que cada una de las líneas de corte de carga comprende una porción paralela a los ejes de simetría de las formas del perímetro primario y una porción oblicua a los ejes de simetría de las formas del perímetro primario, y en el que las líneas de corte de chatarra y las líneas de corte de carga trazan los contornos de las formas del perímetro primario y las formas del perímetro secundario.

- 25 Opcionalmente, se corta la lámina derivada usando un dispositivo controlado por una máquina de control numérico de ordenador.

Opcionalmente, el dispositivo es un cortador ultrasónico.

Opcionalmente, el dispositivo es un cortador mecánico.

- 30 Opcionalmente, el dispositivo es un cortador láser.

Opcionalmente, las cargas comprenden: una carga base que comprende una primera porción de carga base, una segunda porción de carga base, y una porción de transición de carga base, en la que la porción de transición de carga base de la carga base se estrecha desde la segunda porción de carga base a la primera porción de carga base; una carga inicial que comprende una primera porción de carga inicial y una porción de transición de carga inicial, en la que: la primera porción de carga inicial de la carga inicial está formada idénticamente a la primera porción de carga base de la carga base, y la porción de transición de carga inicial de la carga inicial está formada idénticamente a al menos una porción de la porción de transición de carga base de la carga base; y una carga A subsiguiente que comprende una primera porción de carga A subsiguiente y una porción de transición de carga A subsiguiente, en la que: la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente está formada idénticamente a la primera porción de carga inicial de la carga inicial, y la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente es más pequeña que la porción de transición de carga inicial de la carga inicial y está formada idénticamente a la porción de la porción de transición de carga inicial.

- 45 Opcionalmente, las cargas comprenden además una carga B subsiguiente que comprende una primera porción de carga B subsiguiente y una porción de transición de carga B subsiguiente, en la que: la primera porción de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente está formada idénticamente a la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, y la porción de transición de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente es más pequeña que la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente y está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga A subsiguiente.

- 50 Opcionalmente, las cargas comprenden además cargas B a N subsiguientes, las cargas B a N subsiguientes que comprende respectivamente primeras porciones de carga B a N subsiguientes y porciones de transición de carga B a N subsiguientes, en las que: las primeras porciones de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes están formadas idénticamente a la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, las porciones

5 de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes son más pequeñas que la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes es más pequeña que una anterior de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes, y cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga A subsiguiente.

10 Diferentes ejemplos de los aparatos y métodos divulgados aquí incluyen una variedad de componentes, características y funcionalidades. Debe entenderse que los diversos ejemplos de los aparatos y métodos divulgados aquí pueden incluir cualquiera de los componentes, características y funcionalidades de cualquiera de los otros ejemplos de los aparatos y métodos divulgados aquí en cualquier combinación, y todas estas posibilidades pretenden estar dentro del alcance de la presente divulgación.

A un experto en la técnica le vendrán a la mente muchas modificaciones de ejemplos expuestos aquí, a las cuales pertenece la presente divulgación que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados.

15 Por lo tanto, debe entenderse que la presente divulgación no está limitada a los ejemplos específicos ilustrados y que las modificaciones y otros ejemplos están destinados a ser incluidos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque la descripción anterior y los dibujos asociados describen ejemplos de la presente divulgación en el contexto de ciertas combinaciones ilustrativas de elementos y/o funciones, debe apreciarse que pueden proporcionarse diferentes combinaciones de elementos y/o funciones mediante implementaciones alternativas  
20 sin partir del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, los numerales de referencia entre paréntesis en las reivindicaciones adjuntas se presentan solo con fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance del objeto reivindicado a los ejemplos específicos proporcionados en la presente divulgación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método (500) para fabricar cargas (160), donde el método (500) comprende:  
 formar una forma (130) de perímetro combinado que no tiene aberturas cerradas circunferencialmente mediante combinación de manera geométrica de formas (132) de perímetro primario, que corresponden a formas de perímetro de las cargas (160), y formas (133) de perímetro secundario, de modo que los ejes (138) de simetría de las formas (132) de perímetro primario son paralelos entre sí, los bordes (134) laterales de las formas (132) de perímetro primario, adyacentes entre sí, son al menos parcialmente contiguos, y todos los bordes limítrofes de la forma (130) de perímetro combinado son ya sea paralelos o perpendiculares a los ejes (138) de simetría de las formas (132) de perímetro primario;
- 5
- 10 depositar de manera contigua estopas (172) de preimpregnación para formar capas (126) compuestas de preimpregnación y laminar las capas (126) compuestas de preimpregnación juntas para formar una lámina (128) precursora que tiene una forma (174) de perímetro combinado precursor que circunscribe la forma (130) de perímetro combinado; y cortar la lámina (128) precursora.
- 15
2. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la forma (174) de perímetro combinado precursor es más grande que la forma (130) de perímetro combinado por al menos treinta por ciento.
3. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la forma (174) de perímetro combinado precursor es más grande que la forma (130) de perímetro combinado por al menos cincuenta por ciento.
4. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la forma (174) de perímetro combinado precursor es más grande que la forma (130) de perímetro combinado por al menos cinco por ciento.
- 20
5. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que todas las formas (132) de perímetro primario son diferentes entre sí.
6. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que al menos una de las formas (132) de perímetro primario es diferente de al menos otra de las formas (132) de perímetro primario.
7. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que cada una de las formas (132) de perímetro primario tiene solamente un eje de simetría.
- 25
8. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que todas las formas (133) de perímetro secundario son diferentes entre sí.
9. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que cada una de las formas (133) de perímetro secundario es diferente de cada una de las formas (132) de perímetro primario.
- 30
10. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que al menos una de las formas (133) de perímetro secundario no tiene eje de simetría.
11. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que cortar la lámina (128) precursora comprende formar una lámina (129) derivada cortando la lámina (128) precursora a lo largo de los bordes limítrofes de la forma (130) de perímetro combinado para eliminar la chatarra (162) de crenulación.
- 35
12. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que cortar la lámina (128) precursora comprende además separar las cargas (160) a partir de la lámina (129) derivada por:  
 corte de la lámina (129) derivada a lo largo de las líneas (166) de corte de chatarra, en la que cada una de las líneas (166) de corte de chatarra comprende una porción perpendicular a los ejes (138) de simetría de las formas (132) de perímetro primario; y corte de la lámina (129) derivada a lo largo de las líneas (142) de corte de carga, en la que cada una de las líneas (142) de corte de carga comprende una porción paralela a los ejes (138) de simetría de las formas (132) de perímetro primario y una porción oblicua a los ejes (138) de simetría de las formas (132) de perímetro primario, en la que las líneas (166) de corte de chatarra y las líneas (142) de corte de carga trazan contornos de las formas (132) de perímetro primario y las formas (133) de perímetro secundario.
- 40
13. El método (500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que las cargas (160) comprenden:  
 una carga (124) base que comprende una primera porción de carga (142) base, una segunda porción de carga (144) base, y una porción de transición de carga (146) base, en las que la porción de transición de carga (146) base de la carga (124) base se estrecha desde la segunda porción de carga (144) base a la primera porción de carga (142) base;  
 una carga (148) inicial que comprende una primera porción de carga (150) inicial y una porción de transición de carga (152) inicial, en la que:
- 45

la primera porción de carga (150) inicial de la carga (148) inicial está formada idénticamente a la primera porción de carga (142) base de la carga (124) base, y

la porción de transición de carga (152) inicial de la carga (148) inicial está formada idénticamente a al menos una porción de la porción de transición de carga (146) base de la carga (124) base; y

- 5 una carga A subsiguiente que comprende una primera porción de carga A subsiguiente y una porción de transición de carga A subsiguiente, en la que:

la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente está formada idénticamente a la primera porción de carga (150) inicial de la carga (148) inicial, y

- 10 la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente es más pequeña que la porción de transición de carga (152) inicial de la carga (148) inicial y está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga (152) inicial.

14. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que las cargas (160) comprende además una carga B subsiguiente que comprende una primera porción de carga B subsiguiente y una porción de transición de carga B subsiguiente, en las que:

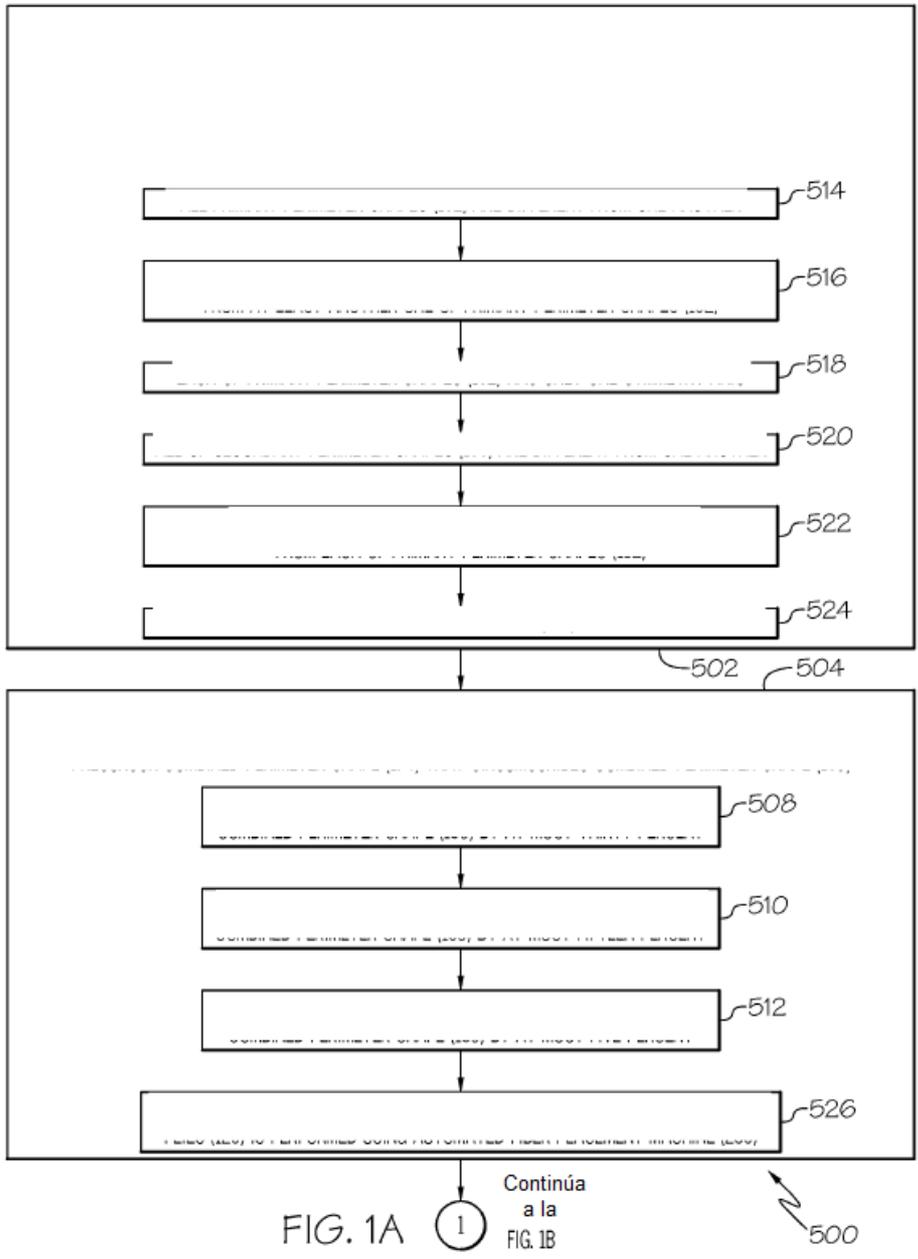
- 15 la primera porción de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente está formada idénticamente a la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, y

la porción de transición de carga B subsiguiente de la carga B subsiguiente es más pequeña que la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente y está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga A subsiguiente.

- 20 15. El método (500) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que las cargas (160) comprenden además cargas B a N subsiguientes, donde las cargas B a N subsiguientes comprenden respectivamente primeras porciones de carga B a N subsiguientes y porciones de transición de carga B a N subsiguientes, en las que:

- 25 las primeras porciones de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes están formadas idénticamente a la primera porción de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes son más pequeñas que la porción de transición de carga A subsiguiente de la carga A subsiguiente, cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes es más pequeña que una anterior de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes, y

- 30 cada una de las porciones de transición de carga B a N subsiguientes de las cargas B a N subsiguientes está formada idénticamente a una porción de la porción de transición de carga A subsiguiente.



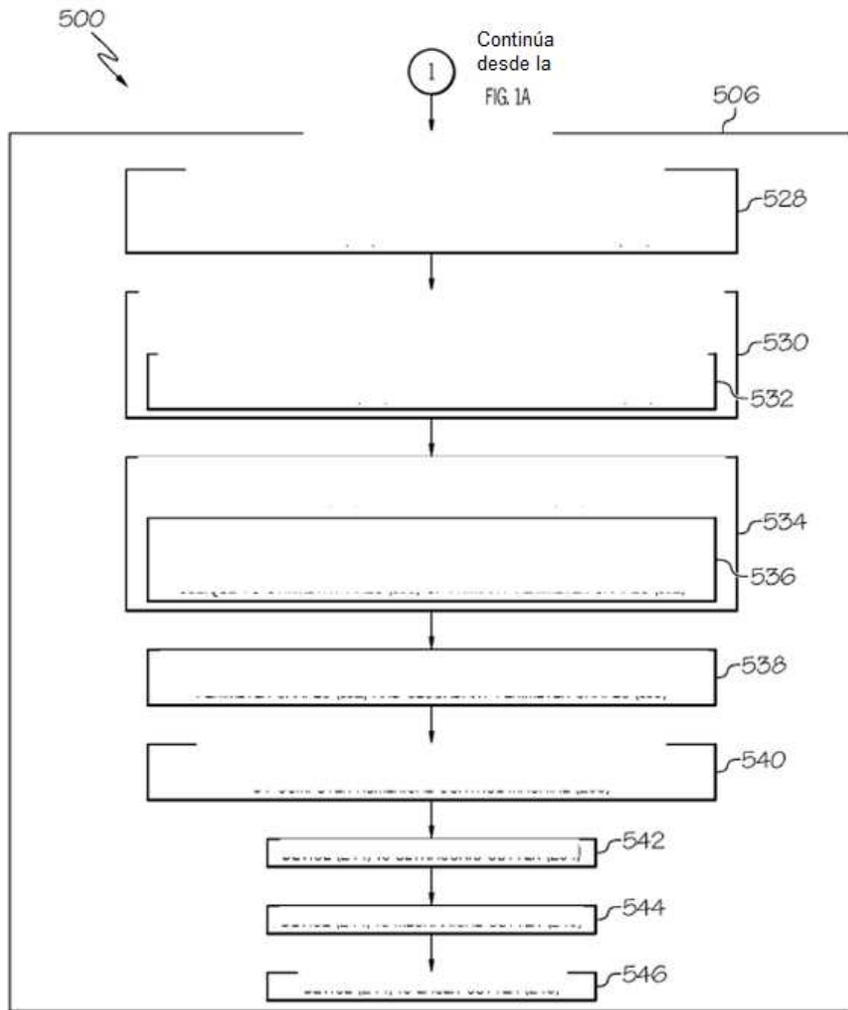


FIG. 1B

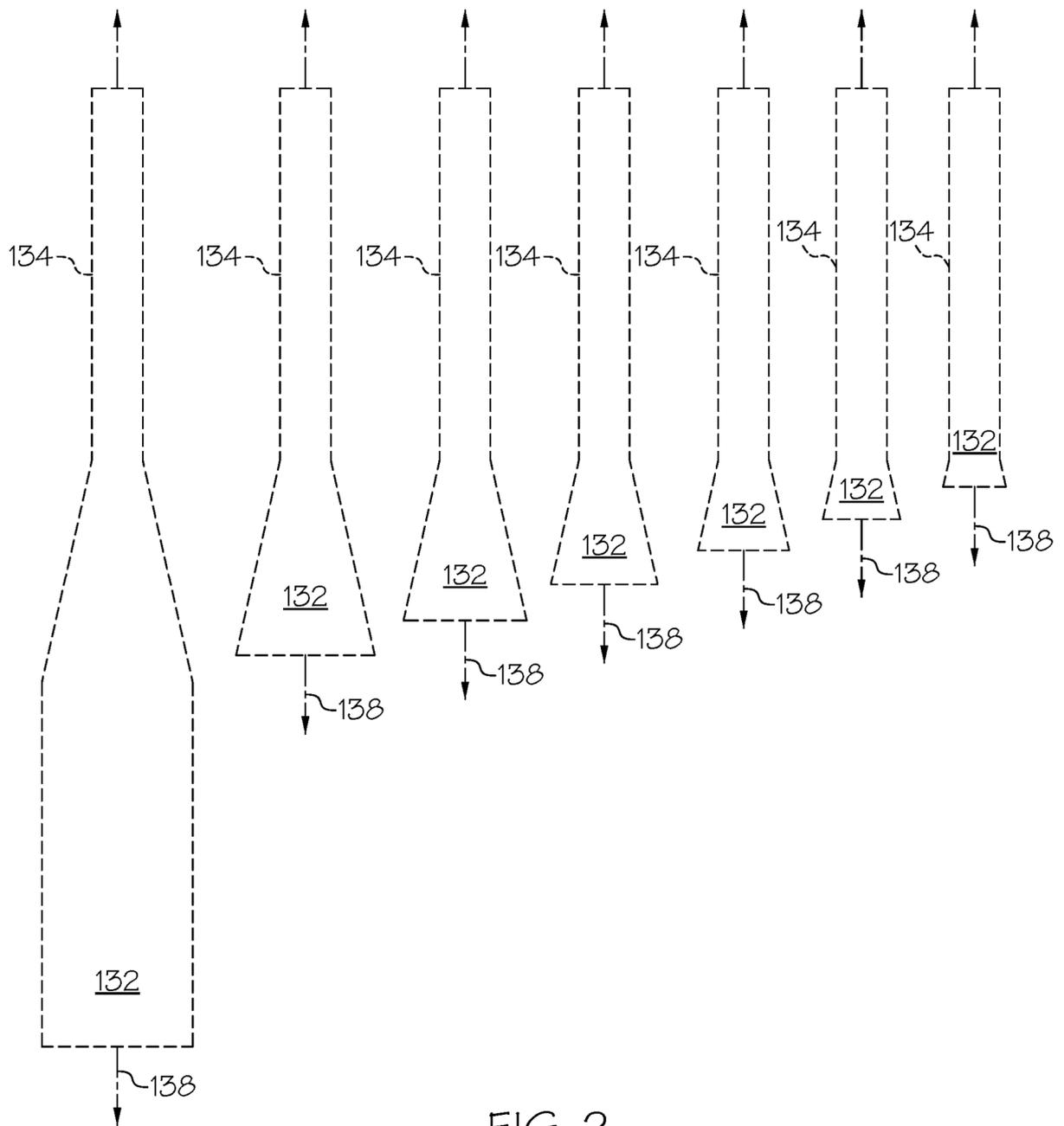


FIG. 2

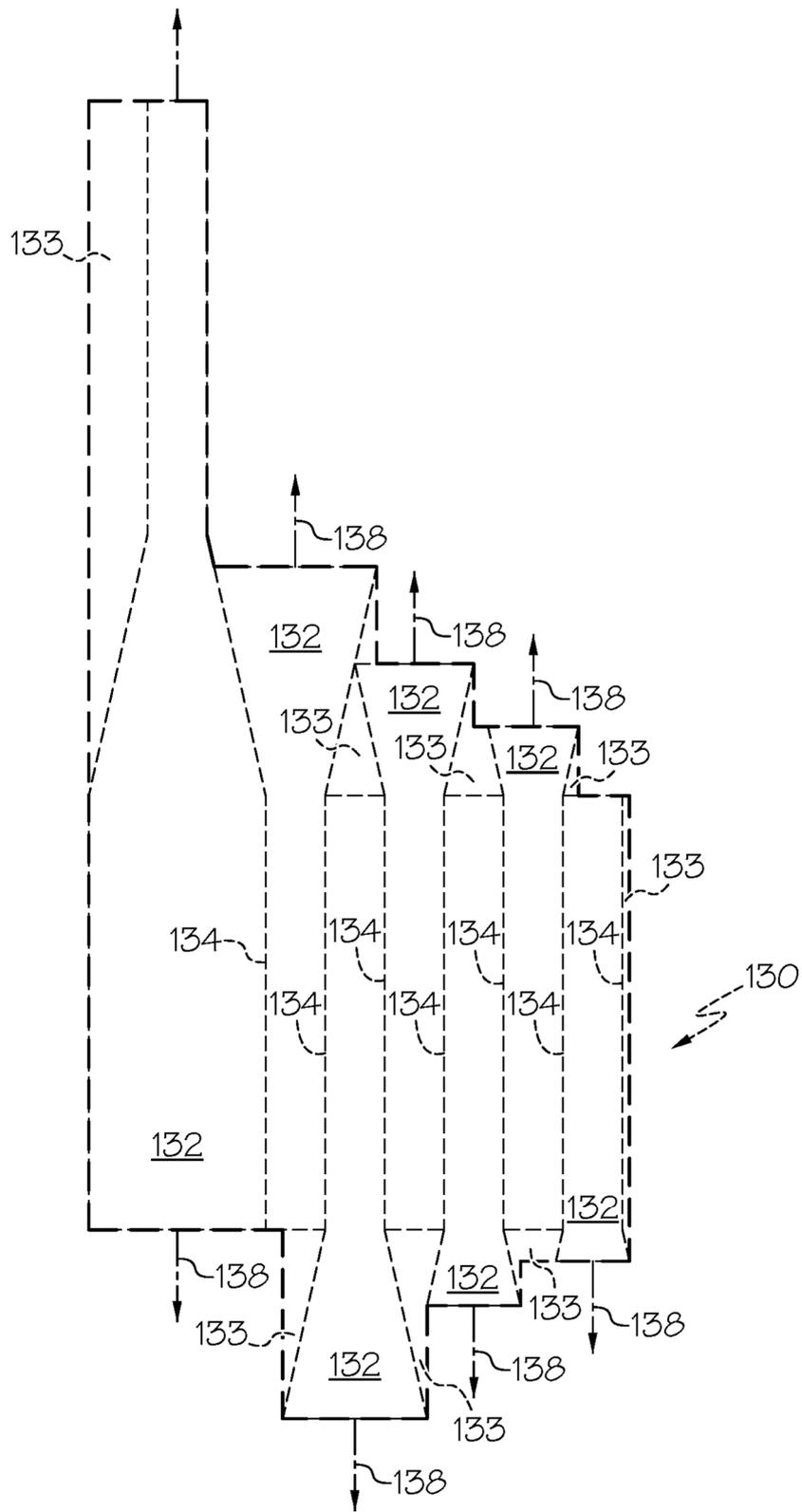


FIG. 3

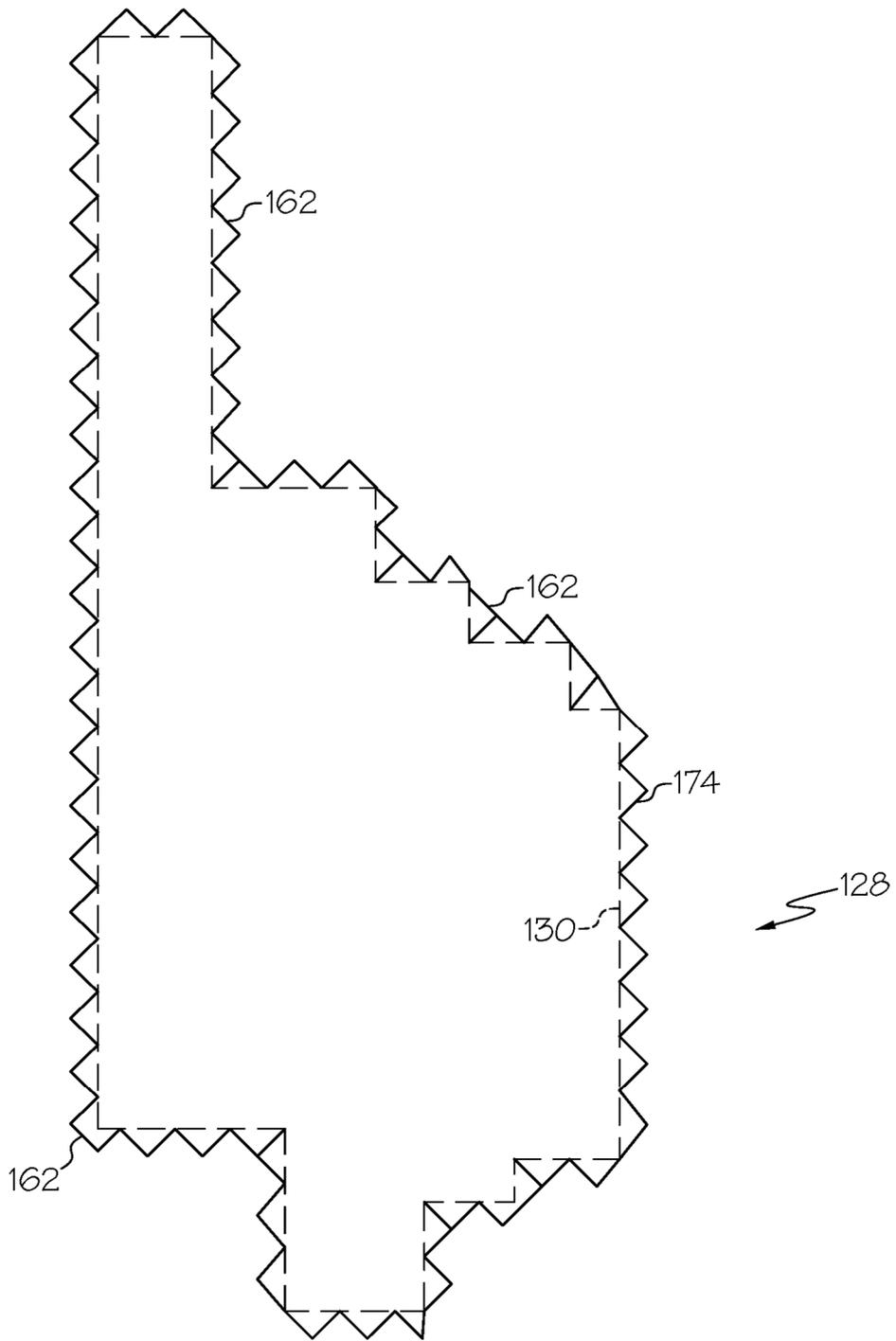


FIG. 4

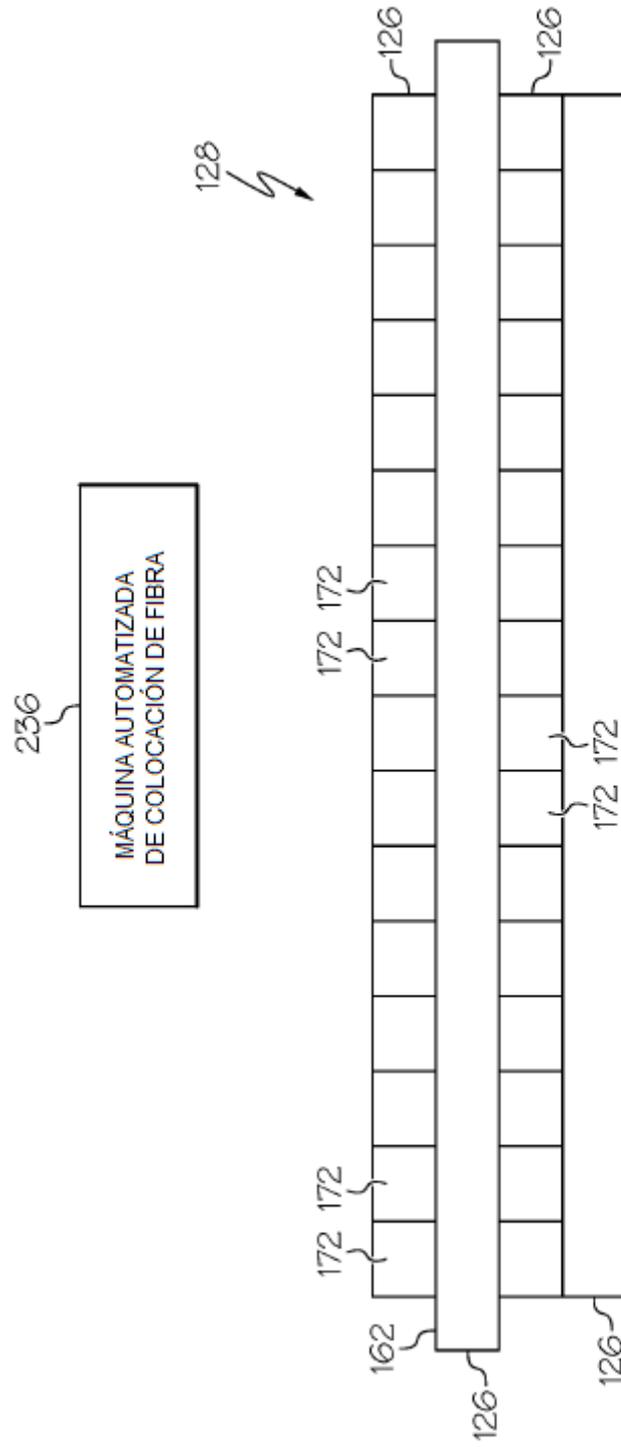


FIG. 5

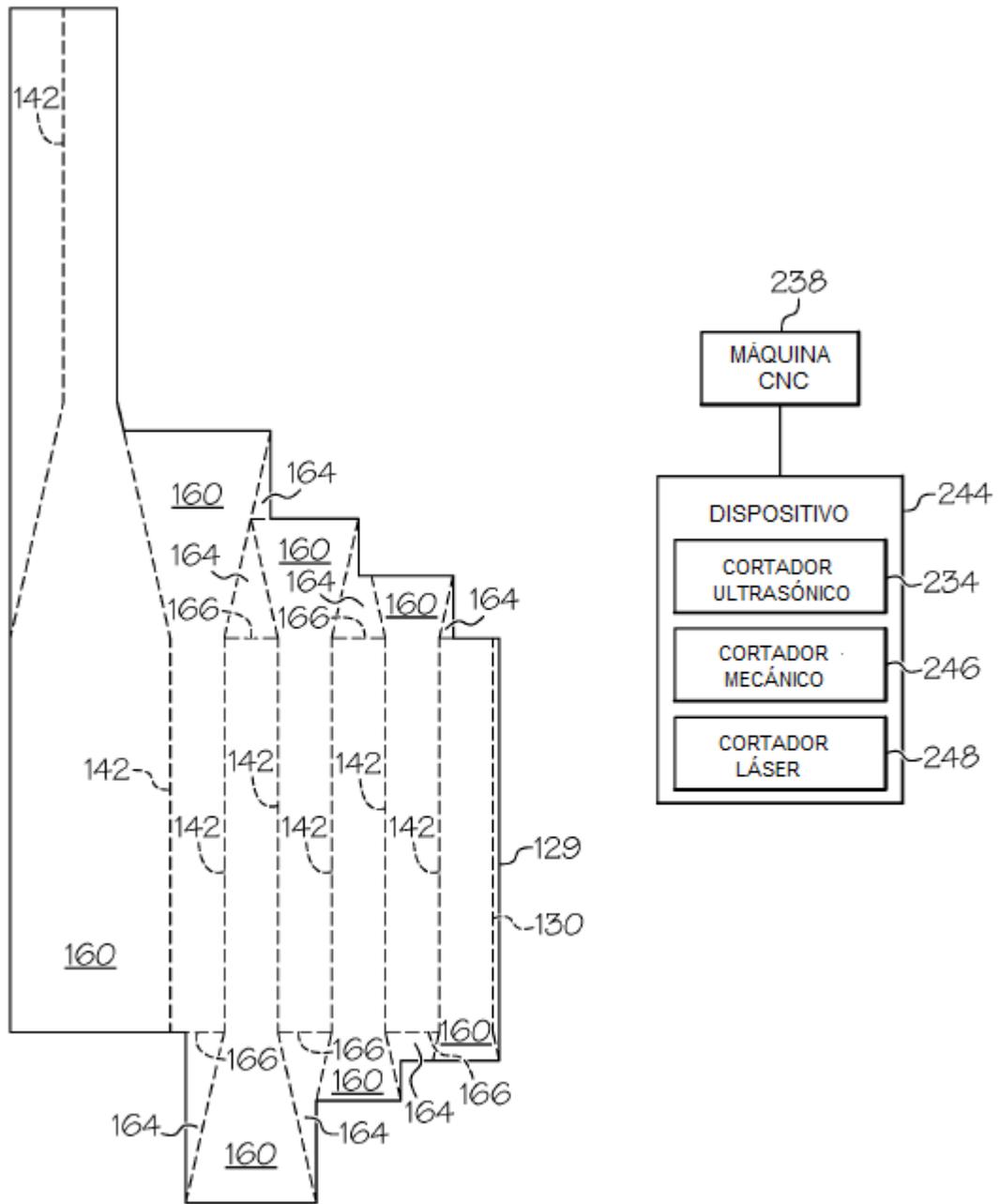


FIG. 6

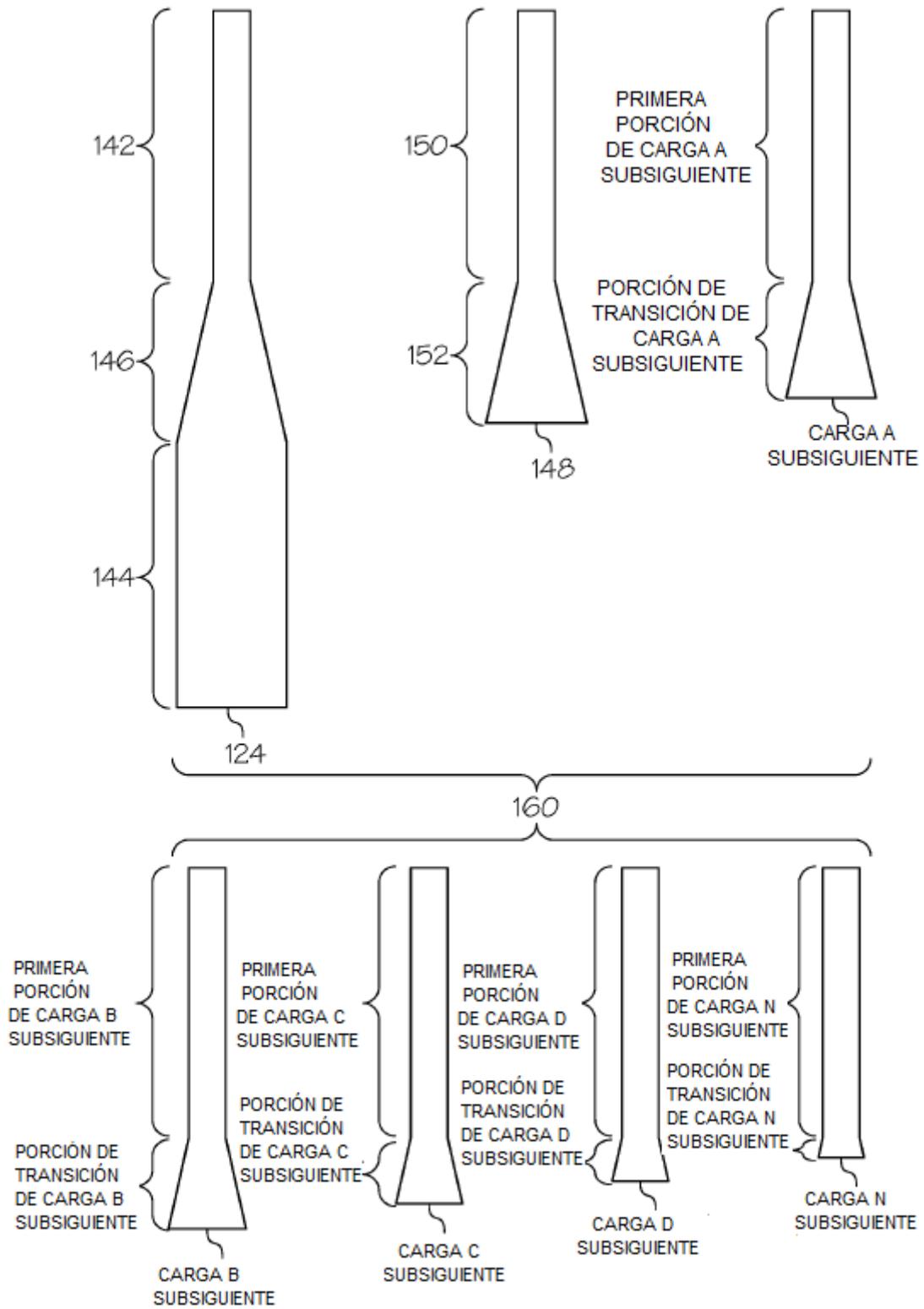


FIG. 7

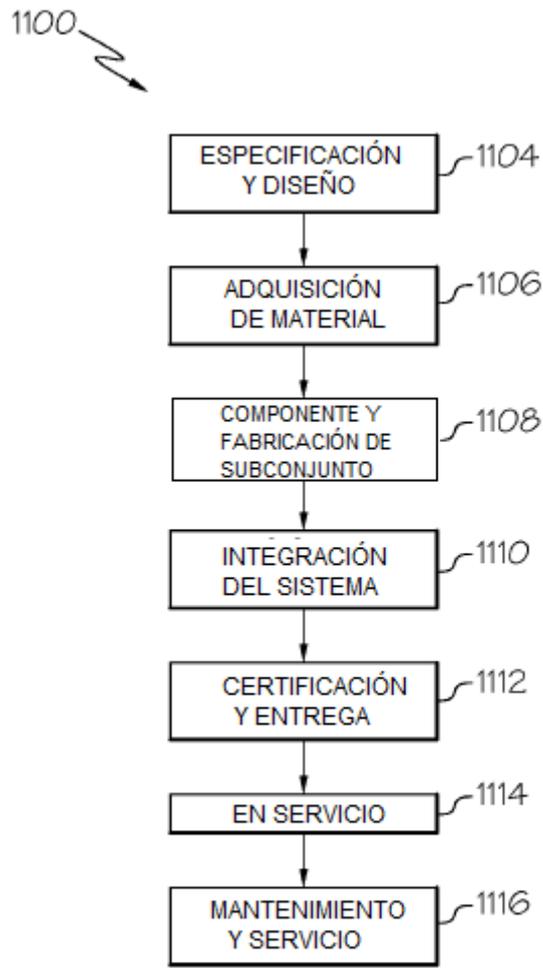


FIG. 8

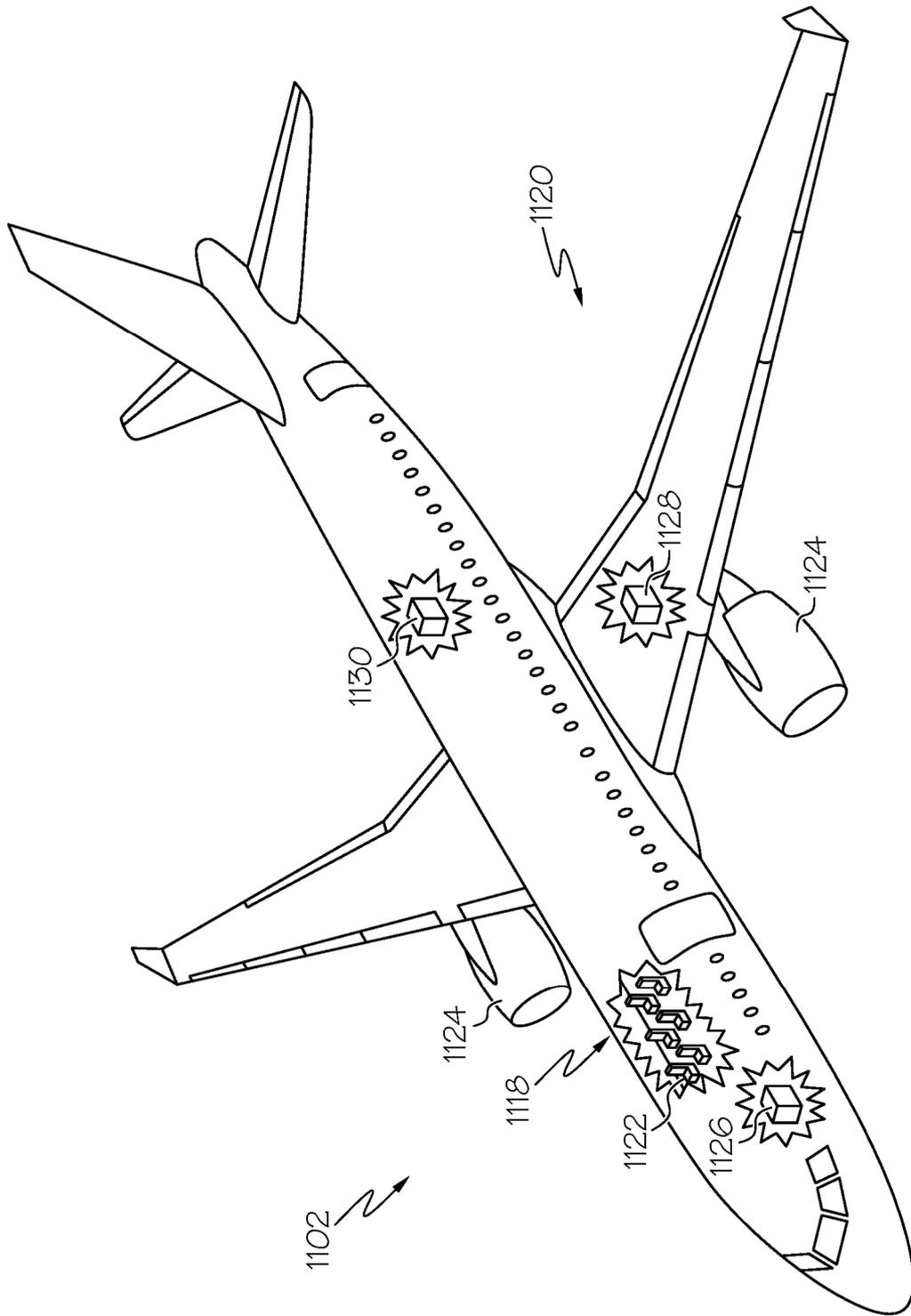


FIG. 9