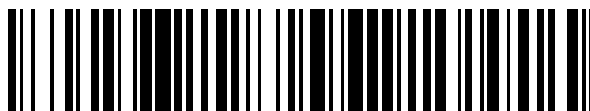


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 848**

51 Int. Cl.:

B32B 5/12 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

B64C 1/12 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2016 E 16159810 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3069867**

54 Título: **Aparatos y métodos para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas**

30 Prioridad:

13.03.2015 US 201514657816

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

23.06.2020

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**KISCH, ROBERT ARTHUR y
MCCOWIN, PETER D.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 768 848 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

Aparatos y métodos para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas

Campo

La presente divulgación se relaciona con un método para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas.

5 Antecedentes

Las estructuras de material compuesto a menudo incluyen conjuntos laminados en los que las láminas o cintas (a menudo denominadas capas o capas de capas) de un material compuesto, tal como un material preimpregnado (o preimpregnado), pueden colocarse en capas o ensamblarse de otro modo en una superficie de soporte, para definir una estructura de material compuesto específico. En algunas estructuras de material compuesto, las capas de material compuesto pueden doblarse, envolverse, formarse o extenderse de otro modo entre un primer plano o superficie y un segundo plano o superficie. En tales ejemplos, el espesor finito y/o la rigidez mecánica de las láminas de material compuesto dan como resultado una curva finita, o radio de curvatura, en una región de transición entre la primera superficie y la segunda superficie. En algunas geometrías, este radio finito de curvatura da como resultado un volumen vacío, o cavidad, entre las superficies externas adyacentes de las capas coensambladas. Para evitar una discontinuidad de carga mecánica, este volumen vacío puede llenarse con, u ocuparse de otro modo con un material de relleno, tal como un relleno de radio, que también puede denominarse fideo.

El resumen del documento WO 01/62495 A2 dice que un relleno de radio de material compuesto laminado (de múltiples capas) incluye una pluralidad de capas reforzadas con tela tejida cortadas para llenar una brecha de radio (incluyendo, si es apropiado, sobrellenado intencional) para aumentar la resistencia absoluta, para aumentar la resistencia específica o para reducir los costes al reducir el agrietamiento y la distorsión en el radio de un conjunto de material compuesto. El documento WO 01/62495 también describe el método de fabricación y el método de uso para dicho relleno de radio de material compuesto laminado.

La fabricación de estructuras de material compuesto en capas, incluyendo los rellenos de radio, lleva mucho tiempo, requiere mucha mano de obra y, a menudo, resulta en daños durante la manipulación. En consecuencia, existe la necesidad de automatizar la construcción de estructuras de material compuesto en capas.

Resumen

Un método para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas se define en la reivindicación 1. Los aparatos para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas también se divulgan aquí. Algunos aparatos incluyen un marco configurado para trasladarse en relación con una superficie de colocación; una fuente de la primera cinta soportada por el marco; y un primer módulo de colocación de cinta soportado por el marco y configurado para recibir la primera cinta desde la fuente de la primera cinta y colocar la primera cinta en la superficie de colocación mientras el marco se traslada a lo largo de la superficie de colocación en una primera dirección. Algunos de estos aparatos incluyen además una fuente de segunda cinta soportada por el marco; y un segundo módulo de colocación de cinta soportado por el marco relativo al primer módulo de colocación de cinta y configurado para recibir la segunda cinta desde la fuente de la segunda cinta y colocar la segunda cinta en la primera cinta colocada en la superficie de colocación a medida que el marco se mueve a lo largo de la superficie de colocación en la primera dirección.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una representación esquemática fragmentaria de estructuras de material compuesto de ejemplo que pueden incluir rellenos de radio de cinta en capas creados por aparatos y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 2 es una vista extrema fragmentaria de una estructura de material compuesto de la Fig. 1, que ilustra un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, de una ubicación de relleno de radio.

La Fig. 3 es una vista esquemática de perfil que representa ejemplos de estructuras de material compuesto de cinta en capas creadas por aparatos y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 4 es otra vista esquemática de perfil que representa ejemplos de estructuras de material compuesto de cinta en capas creadas por aparatos y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 5 es otra vista de perfil esquemática que representa ejemplos de estructuras de material compuesto de cinta en capas creadas por aparatos y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático que representa aparatos para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas.

La Fig. 7 es una ilustración esquemática que representa un ejemplo módulo de combinación de cinta de un aparato para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas.

La Fig. 8 es una ilustración esquemática que representa un ejemplo de módulo de colocación de cinta de un aparato para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas.

La Fig. 9 es una ilustración esquemática que representa un ejemplo de módulo de plegado de cinta de un aparato para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas.

- 5 La Fig. 10 es una vista en perspectiva de un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un aparato para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas, que se muestra en el proceso de creación de una estructura de material compuesto de cinta en capas sobre una superficie de colocación.

La Fig. 11 es un diagrama de flujo que representa esquemáticamente métodos para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas.

- 10 La Fig. 12 es un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio, que puede incluir aparatos, estructuras y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

La Fig. 13 es un diagrama de bloques de una aeronave, que puede incluir estructuras de material compuesto de cinta en capas creadas por aparatos y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

Descripción

- 15 Se divulgan aquí aparatos y métodos para crear estructuras de material compuesto en capas, así como estructuras de material compuesto de cinta en capas y aparatos que incluyen estructuras de material compuesto de cinta en capas. En general, en las figuras, los elementos que probablemente se incluirán en un ejemplo dado se ilustran en líneas continuas, mientras que los elementos que son opcionales para un ejemplo dado se ilustran en líneas discontinuas. Sin embargo, los elementos que se ilustran en líneas continuas no son esenciales para todos los ejemplos de la presente divulgación, y un elemento mostrado en líneas continuas puede omitirse de un ejemplo particular sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

- 25 Un componente 28 estructural de ejemplo construido a partir de una estructura 30 de material compuesto se proporciona en la Fig. 1 con fines ilustrativos en forma de una viga en I que tiene pestañas 32, 34 opuestas y una red 36 que se extiende entre las pestañas opuestas. Con referencia ahora a la vista detallada de la Fig. 2, se puede ver que la pestaña 34 está construida de una capa 39 superior que se extiende por la pestaña 34, y dos capas 40, 42 inferiores que pasan de la pestaña 34 para definir también colectivamente la red 36. Un espacio 38 vacío puede llenarse u ocuparse de otro modo con un relleno 29 de radio, que puede extenderse allí y que puede ser un relleno 50 de radio de cinta en capas de acuerdo con la presente divulgación. Mientras se discute en el contexto de la aeronave 20, las estructuras 30 de material compuesto que incluyen rellenos 50 de radio de cinta en capas, así como otros tipos de estructuras 49 de material compuesto de cinta en capas, pueden definir y/o utilizarse para construir cualquier conjunto, dispositivo, aparato, etc., ejemplos ilustrativos y no exclusivos de los cuales incluyen vehículos terrestres, vehículos marinos, puentes, mástiles y cualquier otra estructura construida de estructuras de material compuesto que requieran o se beneficien de rellenos de radio, todos los cuales se consideran dentro del alcance de la presente divulgación.

- 35 Los rellenos de radio pueden construirse o crearse usando una variedad de procesos, ejemplos de los cuales se divulgan en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos No. 2014/0034236, la solicitud de patente de los Estados Unidos No. 14/244.690 y la solicitud de patente de los Estados Unidos No. 14/464.467. La presente divulgación se relaciona con estructuras de material compuesto de cinta en capas, es decir, estructuras de material compuesto que se crean apilando o estratificando, una pluralidad de longitudes individuales, o listones, de cinta. Los rellenos 50 de radio de cinta en capas son un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de estructuras 49 de material compuesto de cinta en capas, y la presente divulgación no se limita a aparatos y métodos para formar rellenos de radio de cinta en capas.

- 45 La Fig. 3 representa esquemáticamente estructuras 49 de material compuesto de cinta en capas, que opcionalmente pueden formar rellenos 50 de radio de cinta en capas, que pueden crearse mediante aparatos y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación. Como se ilustra esquemáticamente, una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas puede incluir una pluralidad de cintas o listones, 52 que tienen anchuras diferentes. Se pueden incluir una o más capas de cinta 52 que tienen el mismo ancho en una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas. Adicionalmente o alternativamente, una o más capas de cinta 52 que tienen el mismo ancho pueden colocarse directamente en capas una encima de la otra con sus respectivos bordes alineados entre sí, o al menos aproximadamente o sustancialmente alineados entre sí. Adicionalmente o alternativamente, dos o más cintas 52 pueden colocarse lateralmente adyacentes entre sí para definir una sola capa de la estructura 49 de material compuesto de cinta en capas, es decir, con los bordes respectivos de las dos o más cintas colindantes entre sí, como se presenta opcionalmente y esquemáticamente en la Fig. 3 en 55 con respecto a la capa de cinta más inferior.

- 55 Por consiguiente, una configuración predeterminada de capas de cintas 52 se puede poner en capas operativamente juntas para definir o corresponder generalmente a un perfil 54 de sección transversal deseado de una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas que se está creando, como se representa esquemáticamente en la Fig. 3 con un línea discontinua, por ejemplo, con el perfil 54 de sección transversal deseado correspondiente a, o

generalmente correspondiente a, un vacío 38 de una estructura 30 de material compuesto como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2 y se discute aquí en el ejemplo de rellenos 50 de radio de cinta en capas. Un perfil 54 en sección transversal deseado adicionalmente o alternativamente puede describirse como un perfil 54 en sección transversal teórico, un perfil 54 en sección transversal deseado predeterminado, y/o un perfil 54 en sección transversal deseado predefinido. En algunos ejemplos, tales como en el ejemplo de los rellenos 50 de radio de cinta en capas, un perfil 54 de sección transversal deseado puede ser generalmente triangular o generalmente triangular con dos o más lados arqueados y/o dos o más lados planos.

Aquí y para facilitar la discusión y la distinción entre cintas de diferentes anchos, las cintas 52 que tienen un ancho común pueden describirse y agruparse como una primera cinta, una segunda cinta, una tercera cinta, etc. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrativo, no exclusivo y esquemático de la Fig. 3, proporcionado únicamente con fines ilustrativos, la estructura 49 compuesta de cinta en capas ilustrada esquemáticamente puede describirse como incluyendo una primera capa 56 que tiene un primer ancho 57, una segunda capa 58 posicionada directamente sobre la primera capa 56 y que tiene un segundo ancho 59 que es menor que el primer ancho 57, una tercera capa 60 posicionada directamente sobre la segunda capa 58 y que tiene un tercer ancho 61 que es menor que el segundo ancho 59, una cuarta capa 62 colocada directamente sobre la tercera capa 60 y que tiene un cuarto ancho 63 que es menor que el tercer ancho 61, dos quintas capas 64 colocadas directamente sobre la cuarta capa 62 y que tiene un quinto ancho 65 que es menor que el cuarto ancho 63, dos sextas capas 66 colocadas directamente sobre las quintas capas 64 y que tienen un sexto ancho 67 que es menor que el quinto ancho 65, una séptima capa 68 colocada directamente sobre las sextas capas 66 y que tiene un séptimo ancho 69 que es menor que el sexto ancho 67, dos octavas capas 70 colocadas directamente sobre la séptima capa 68 y que tienen un octavo ancho 71 que es menor que el séptimo ancho 69, y una novena capa 72 colocada directamente sobre la octava capa 70 y que tiene un noveno ancho 73 que es menor que el octavo ancho 71. En el ejemplo representado esquemáticamente de la Fig. 3, cada cinta 52 se muestra con el mismo espesor; sin embargo, está dentro del alcance de las estructuras 49 de material compuesto en capas, y por lo tanto de los aparatos y métodos de acuerdo con la presente divulgación, que se pueden utilizar cintas de diversos espesores, así como de diversos anchos.

En algunos ejemplos, como se ilustra en conexión con las sextas capas 66, opcionalmente se pueden formar dos o más capas doblando una sola cinta contra sí misma.

Como se mencionó, cada tipo de cinta (es decir, primera cinta, segunda cinta, tercera cinta, etc.) define un ancho común, independientemente de si la cinta se suministra desde una sola fuente o desde dos o más fuentes. En consecuencia, cuando se hace referencia a dos o más capas de la primera cinta, todas las capas de la primera cinta tienen el mismo ancho. En algunos ejemplos, las dos o más capas de la primera cinta tienen una construcción idéntica, que incluye no solo el mismo ancho, sino también el mismo espesor y el mismo material a partir del cual se construyen las capas. En otros ejemplos, aunque tienen el mismo ancho, dos o más capas de la primera cinta pueden tener diferentes espesores, pueden estar construidas con diferentes materiales o pueden tener diferentes propiedades del material. Por ejemplo, cuando la cinta está construida de material compuesto reforzado con fibra, las dos o más capas de la primera cinta pueden tener el mismo ancho, opcionalmente diferentes en uno o más de espesor, material de fibra, ángulo de fibra y material aglutinante.

Además, cada ancho distinto de cinta (por ejemplo, con referencia a la Fig. 3, una primera cinta 56 en contraste con una segunda cinta 58) puede diferir entre sí solo en ancho, es decir, tener el mismo espesor y ser construido del mismo material o tener las mismas propiedades del material. Alternativamente, una primera cinta puede diferir de una segunda cinta en uno o más de ancho, espesor, material de fibra, ángulo de fibra y material aglutinante.

Los materiales compuestos reforzados con fibra, adicionalmente o alternativamente, pueden describirse o denominarse polímeros reforzados con fibra o plásticos. Como se usa aquí, debe entenderse que un material compuesto reforzado con fibras incluye al menos un epoxi u otro polímero o material aglutinante junto con fibras, tales como (pero sin limitación) fibras de carbono, fibras de boro, fibras de para-aramida (por ejemplo, Kevlar®), fibras de vidrio y/u otras fibras. En algunas realizaciones, las fibras pueden ser tejidas en una tela. En algunos ejemplos, las cintas 52 pueden ser cintas preimpregnadas, es decir, una capa de fibras que están preimpregnadas con el material aglutinante asociado. El material aglutinante de las cintas preimpregnadas puede estar parcialmente curado o curado previamente, para permitir el manejo operativo de las cintas y el ensamblaje selectivo de múltiples capas de cintas juntas. Típicamente, las cintas preimpregnadas parcialmente curadas son pegajosas al tacto y, por lo tanto, se pegan fácilmente cuando se colocan en capas, pero no necesariamente de manera permanente. Es decir, cuando se colocan en capas, se puede permitir que dos cintas adyacentes se separen, si así se desea. Para fijar más permanentemente capas adyacentes de cintas, las cintas en capas se pueden compactar o comprimir juntas. Esta compresión de dos capas más se denomina compactación, o compactado, de las capas.

En general, las cintas 41 deben entenderse como longitudes de material en forma de lámina o película delgada que tiene un ancho constante, un espesor constante y una longitud que es significativamente más larga que el ancho y el espesor. Ejemplos ilustrativos y no exclusivos de anchos de cintas 52 que pueden ser adecuados para construir estructuras 49 de material compuesto en capas, incluyendo los rellenos 50 de radio de cinta en capas, incluyen (pero no se limitan a) anchos en el intervalo de 1/8-2 pulgadas (3.175-50.8 mm) o mayor y/o en el intervalo de 5-50 milímetros (mm) o mayor, incluyendo anchos de 1/8 pulgada (3.175 mm), 1/4 pulgada (6.35 mm), 1/2 pulgada (12.7 mm), 3/4

pulgadas (19,05 mm), 1 pulgada (25,4 mm), 1.5 pulgadas (38.1 mm), 2 pulgadas (50.8 mm), 5 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm y 50 mm.

Pasando ahora a las Figs. 4 y 5, y como se discute en mayor detalle aquí, los rellenos 50 de radio de cinta en capas se construyen ex situ, es decir, en una superficie de colocación que está separada y apartada de la estructura de material compuesto final de la cual el relleno de radio se convertirá en una parte. Los rellenos 50 de radio de cinta en capas también pueden construirse in situ, es decir, directamente dentro de la estructura de material compuesto de la cual el radio se convierte en parte. Por consiguiente, en el ejemplo de una construcción ex situ y con referencia a la Fig. 4, se puede construir un relleno 50 de radio de cinta en capas con su capa o capas más anchas dispuestas primero y con capas de ancho decreciente posteriormente establecidas. Por el contrario, en el ejemplo de una construcción in situ y con referencia a la Fig. 5 (que no cae dentro del alcance de la reivindicación 1), se puede construir un relleno 50 de radio de cinta en capas con su capa o capas más estrechas colocadas primero directamente en un espacio 38 vacío y con capas de ancho creciente posteriormente establecidas para llenar el resto del espacio vacío.

Volviendo ahora a la Fig. 6, se proporciona esquemáticamente una representación de ejemplos ilustrativos, no exclusivos, de aparatos 100 para crear estructuras 49 de material compuesto de cinta en capas. La Fig. 6, adicionalmente o alternativamente, puede describirse como que representa o ilustra esquemáticamente el flujo de cintas 52 a través de un aparato 100 para dar como resultado una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas, o como representación, o que ilustra, un sistema 102 para crear estructuras 49 de material compuesto de cinta en capas.

Como se ilustra esquemáticamente en líneas continuas en la Fig. 6, un aparato 100 generalmente incluye un marco, o estructura de soporte, 104 que está configurado para ser trasladado con relación a una superficie 80 de colocación. Un aparato 100 también incluye generalmente una fuente 106 de la primera cinta 108 soportada por el marco. Un aparato 100 también incluye generalmente una fuente 110 de segunda cinta 112 soportada por el marco. Dicho esto, está dentro del alcance de la presente divulgación que un aparato 100 puede incluir solo una fuente 106 de la primera cinta 108 sin incluir también una fuente 110 de la segunda cinta 112. Un aparato 100 también generalmente incluye un primer módulo 114 de ubicación de cinta apoyada por el marco. En realizaciones que incluyen una fuente 110 de segunda cinta 112, un aparato 100 también incluye generalmente un segundo módulo 116 de ubicación de cinta soportado por el marco. Como se ilustra esquemáticamente, el primer módulo 114 de ubicación de cinta está configurado para recibir la primera cinta 108 desde la fuente 106 de la primera cinta 108 y colocar la primera cinta sobre una superficie 80 de colocación a medida que se hace que el marco 104 se traslade a lo largo de la superficie de colocación en una primera dirección 82, representada por la flecha izquierda grande en 82 en la Fig. 6. El segundo módulo 116 de ubicación de cinta, cuando está presente, está soportado por el marco 104 en relación con el primer módulo 114 de ubicación de cinta y está configurado para recibir la segunda cinta 112 desde la fuente 110 de la segunda cinta 112 y colocar la segunda cinta 112 en la primera cinta 108 que se colocó en la superficie 80 de colocación a medida que el marco 104 se mueve a lo largo de la superficie de colocación en la primera dirección 82.

El marco 104 puede tener cualquier construcción adecuada de modo que esté configurado para soportar los diversos otros componentes del aparato 100 entre sí para crear operativamente una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas. Un marco 104 adicionalmente o alternativamente puede describirse como una carcasa 104, un cuerpo 104 o un marco 104 estructural.

Como se ilustra esquemáticamente y opcionalmente en la Fig. 6, la fuente 106 de la primera cinta 108 puede incluir dos o más suministros 120 de la primera cinta 108. Cada una de las primeras cintas 108 opcionales de los dos o más suministros 120 puede ser idéntica en construcción, es decir, con el mismo ancho, el mismo espesor y la misma construcción del material. Alternativamente, las primeras cintas 108 de los dos o más suministros 120 pueden ser idénticas en ancho, pero diferir en espesor o construcción del material. De manera similar, la fuente 110 de la segunda cinta 112 puede incluir dos o más suministros 122 de la segunda cinta 112. Cada una de las segundas cintas 112 opcionales de los dos o más suministros 122 puede ser de construcción idéntica o de ancho idéntico, pero puede diferir en espesor o construcción del material.

En los aparatos 100 que incluyen dos o más suministros 120 de la primera cinta 108, un aparato 100 puede incluir además un primer módulo 124 de combinación de cintas. Cuando está presente, el primer módulo 124 de combinación de cintas está soportado por el marco 104 y está configurado para recibir las primeras cintas 108 de los suministros 120 y para acoplarlas o ponerlas en capas operativamente juntas para formar una primera cinta 126 combinada antes de la recepción por el primer módulo 114 de ubicación de cinta, como se ilustra esquemáticamente y opcionalmente en la Fig. 6. En algunos de estos ejemplos, el primer módulo 124 de combinación de cintas también está configurado para compactar la primera cinta 126 combinada antes de su recepción por el primer módulo 114 de ubicación de cinta. Adicionalmente o alternativamente, un aparato 100 puede incluir además un primer módulo 128 compactador de cinta que está soportado por el marco 104 y que está configurado para recibir la primera cinta 126 combinada del primer módulo 124 de combinación de cintas y para compactar la primera cinta 126 combinada antes de la recepción por el primer módulo 114 de ubicación de cinta. En la Fig. 6, el primer módulo 128 compactador de cinta opcional se ilustra en una relación superpuesta con el primer módulo 124 de combinación de cintas opcional, representando esquemáticamente que uno o ambos módulos pueden compactar dos o más primeras cintas 108 juntas como primera cinta 126 combinada.

De manera similar, en los aparatos 100 que incluyen dos o más suministros 122 de la segunda cinta 112, un aparato 100 puede incluir además un segundo módulo 130 de combinación de cinta. Cuando está presente, el segundo módulo 130 de combinación de cinta está soportado por el marco 104 y está configurado para recibir segundas cintas 112 desde los suministros 122 y para acoplarlas o ponerlas en capas operativamente juntas para formar una segunda cinta 132 combinada antes de su recepción por el segundo módulo 116 de ubicación de cinta, como se ilustra esquemáticamente y opcionalmente en la Fig. 6. En algunos de estos ejemplos, el segundo módulo 130 de combinación de cinta también está configurado para compactar la segunda cinta 132 combinada antes de su recepción por el segundo módulo 116 de ubicación de cinta. Adicionalmente o alternativamente, un aparato 100 puede incluir además un segundo módulo 134 compactador de cinta que está soportado por el marco 104 y que está configurado para recibir la segunda cinta 132 combinada del segundo módulo 130 de combinación de cinta y para compactar la segunda cinta 132 combinada antes de la recepción por el segundo módulo 116 de ubicación de cinta. En la Fig. 6, el segundo módulo 134 compactador de cinta opcional se ilustra en una relación superpuesta con el segundo módulo 130 de combinación de cinta, representando esquemáticamente que uno o ambos módulos pueden compactar dos o más segundas cintas 112 juntas como la segunda cinta 132 combinada.

Un aparato 100 opcionalmente puede incluir uno o más primeros módulos 138 de plegado de cinta que están soportados por el marco 104. Cuando está presente, un primer módulo 138 de plegado de cinta está configurado para recibir una primera cinta 108 desde un suministro 120 y doblar operativamente la cinta 108 longitudinalmente contra sí misma para formar una cinta 53 plegada, que opcionalmente se puede describir como una primera cinta 126 combinada. En algunos ejemplos, el pliegue (no mostrado) puede estar en o aproximadamente en la línea media (no mostrada) del ancho de la cinta (no mostrado) para formar generalmente dos capas (no mostradas) del mismo ancho (no mostradas), aproximadamente la mitad del ancho total de la cinta (véase, por ejemplo, las capas 66 en la Fig. 3). En otros ejemplos, la cinta 108 puede plegarse longitudinalmente en una posición (no mostrada) distinta de la línea media (no mostrada) de la cinta 108. Adicionalmente o alternativamente, la cinta 108 puede plegarse longitudinalmente en dos o más posiciones (no mostradas), como doblar la cinta 108 en tercios, cuartos, y así sucesivamente, o de lo contrario doblar la cinta 108 en una configuración predeterminada y deseada. En algunos ejemplos, el primer módulo 138 de plegado de cinta también está configurado para compactar la primera cinta 108 a medida que se pliega y/o después de ser plegada por el primer módulo 138 de plegado de cinta. Adicionalmente o alternativamente, un primer módulo 128 compactador de cinta puede recibir la primera cinta 108 doblada del primer módulo 138 de plegado de cinta y compactar la primera cinta 108 doblada antes de su recepción por el primer módulo 114 de ubicación de cinta. Adicionalmente o alternativamente, un primer módulo 138 de plegado de cinta puede estar corriente arriba de un primer módulo 124 de combinación de cintas, y un primer módulo 124 de combinación de cintas puede combinar una primera cinta 108 doblada con capas adicionales de la primera cinta 108, ya sea dobladas o no.

De manera similar, en los aparatos 100 que incluyen un suministro 122 de segunda cinta, un aparato 100 opcionalmente puede incluir uno o más segundos módulos 139 plegables de cinta que están soportados por el marco 104. Cuando está presente, un segundo módulo 139 de plegado de cinta está configurado para recibir una segunda cinta 112 de un suministro 122 y para plegar operativamente la cinta 112 longitudinalmente contra sí misma para formar una cinta 53 plegada, que puede describirse como una segunda cinta 132 combinada. En algunos ejemplos, el pliegue (no mostrado) puede estar en o aproximadamente en la línea media (no mostrada) del ancho de la cinta (no mostrado) para formar generalmente dos capas (no mostradas) del mismo ancho, aproximadamente la mitad del ancho total de la cinta (no mostrada) (véase, por ejemplo, las capas 66 en la Fig. 3). En otros ejemplos, la cinta 112 puede plegarse longitudinalmente en una posición (no mostrada) distinta de la línea media (no mostrada) de la cinta 112. Adicionalmente o alternativamente, la cinta 112 puede plegarse longitudinalmente en dos o más posiciones (no mostradas), tal como doblar la cinta 112 en tercios, cuartos, etc., o doblar la cinta 112 en una configuración predeterminada y deseada. En algunos ejemplos, el segundo módulo 139 de plegado de cinta también está configurado para compactar la segunda cinta 112 a medida que se dobla y/o después de que se dobla por el segundo módulo 139 de plegado de cinta. Adicionalmente o alternativamente, un segundo módulo 134 compactador de cinta puede recibir la segunda cinta 112 plegada del segundo módulo 139 de plegado de cinta y compactar la segunda cinta 112 plegada antes de su recepción por el segundo módulo 116 de ubicación de cinta. Adicionalmente o alternativamente, un segundo módulo 139 de plegado de cinta puede estar corriente arriba de un segundo módulo 130 de combinación de cinta, y un segundo módulo de combinación de cinta puede combinar una segunda cinta 112 plegada con capas adicionales de segunda cinta 112, ya sea plegada o no.

La combinación de la fuente 106 de la primera cinta 108 y el primer módulo 114 de ubicación de cinta, opcionalmente junto con uno o más del primer módulo 124 de combinación de cintas opcional, el primer módulo 128 compactador de cinta opcional, y el primer módulo 138 de plegado de cinta opcional, colectivamente, pueden describirse como un primer subconjunto 140 de cinta que está soportado por el marco 104. De manera similar, la combinación de la fuente 110 de la segunda cinta 112 y el segundo módulo 116 de ubicación de cinta, opcionalmente junto con uno o más del segundo módulo 130 de combinación de cinta opcional, el segundo módulo 134 compactador de cinta opcional y el segundo módulo 139 de plegado de cinta, pueden describirse colectivamente como un segundo subconjunto 142 de cinta. Como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 6, un aparato 100 puede incluir cualquier número de subconjuntos soportados por el marco 104, como se representa por las elipses y un enésimo subconjunto 144. Es decir, el enésimo subconjunto 144 representa esquemáticamente que un el aparato 100 puede incluir una o más fuentes 146 adicionales de cinta 148 y uno o más módulos 150 de colocación adicionales que corresponden respectivamente a la una o más fuentes 146 adicionales, así como opcionalmente uno o más módulos 152 de combinación de cintas adicionales,

opcionalmente uno o más módulos 153 plegables de cinta, y opcionalmente uno o más módulos compactadores 154 adicionales correspondientes respectivamente a la una o más fuentes 146 adicionales.

Como se ilustra esquemáticamente y opcionalmente en la Fig. 6, algunos aparatos 100 también pueden incluir un compactador 160 de estructura de material compuesto que está soportado por el marco 104 con respecto al segundo módulo 116 de ubicación de cinta opuesto al primer módulo 114 de ubicación de cinta. Cuando está presente, el compactador 160 de estructura de material compuesto está configurado para compactar la primera cinta 108 y la segunda cinta 112, y opcionalmente cintas 148 enésimas adicionales, en la superficie 80 de colocación a medida que el marco 104 se traslada a lo largo de la superficie 80 de colocación en la primera dirección 82. Por consiguiente, el compactador 160 de estructura de material compuesto opcional compacta de manera operativa juntas las cintas 52 que han sido colocadas operativamente por los respectivos módulos de colocación sobre y/o en relación con la superficie de colocación.

Como también se ilustra esquemática y opcionalmente en la Fig. 6, algunos aparatos 100 también pueden incluir un conjunto 162 de accionamiento que está acoplado operativamente al marco 104 y configurado para trasladar operativamente y selectivamente el marco 104 con respecto a la superficie 80 de colocación en al menos la primera dirección 82. Adicionalmente o alternativamente, la superficie 80 de colocación puede configurarse operativamente para ser trasladada con relación al marco 104 en una dirección 84 opuesta a la primera dirección 82. En algunos ejemplos, el conjunto 162 de accionamiento puede incluir o ser un brazo robótico, por ejemplo. Adicionalmente o alternativamente, se puede proporcionar un aparato sin un conjunto 162 de accionamiento, pero se puede configurar para acoplarse operativamente a un conjunto 162 de accionamiento, tal como con un aparato 100 que define un efector de extremo para un brazo robótico. Los ejemplos de conjuntos 162 de accionamiento distintos de los brazos robóticos también están dentro del alcance de la presente divulgación, incluyendo los conjuntos de accionamiento que están soportados en relación con una superficie 80 de colocación para el traslado recíproco, u otra, de ida y vuelta en relación con la superficie 80 de colocación.

Algunos aparatos 100 están configurados para colocar cintas 52 en una superficie 80 de colocación en más de una dirección, incluyendo dos o más direcciones lineales opuestas, que incluyen la primera dirección 82 y una segunda dirección 84 opuesta, representada esquemáticamente y opcionalmente en la Fig. 6 con la flecha grande derecha. Con referencia a la Fig. 6, en tales ejemplos, la primera cinta 108 puede colocarse encima de la segunda cinta 112 y así sucesivamente con respecto a una enésima cinta 148 a medida que el marco 104 se traslada a lo largo de la superficie 80 de colocación en la segunda dirección 84. En algunos de estos ejemplos, el aparato 100 puede incluir además un segundo compactador 164 de estructura de material compuesto que está soportado por el marco 104 con respecto al primer módulo 114 de ubicación de cinta opuesto al segundo módulo 116 de ubicación de cinta y que está configurado para compactar la primera cinta 108, la segunda cinta 112, y así sucesivamente con respecto a una enésima cinta 148 a medida que el marco 104 se traslada a lo largo de la superficie 80 de colocación en la segunda dirección.

Como también se representa esquemáticamente y opcionalmente en la Fig. 6, algunos aparatos 100 también pueden incluir un controlador 166 que está configurado para controlar el funcionamiento de un aparato 100. En la Fig. 6, el controlador 166 se ilustra esquemáticamente dentro de los límites del marco 104, que representa esquemáticamente que el controlador puede estar acoplado y/o soportado por el marco 104. Sin embargo, también está dentro del alcance de los aparatos 100 que el controlador 166 esté alejado del marco 104. En la Fig. 6, el controlador se ilustra esquemáticamente con líneas discontinuas que interconectan diversos componentes de los aparatos 100, representando esquemáticamente que el controlador 166 está acoplado operativamente a y/o en comunicación con y programado para operar selectivamente uno o más de los componentes de los aparatos. Tal acoplamiento y comunicación puede tomar cualquier forma adecuada, incluyendo uno o más de control electrónico, control neumático, control hidráulico, control mecánico, etc.

Además, un controlador 166 puede ser y/o incluir cualquier dispositivo o dispositivos adecuados que estén configurados para realizar las funciones del controlador 166 discutido aquí. Por ejemplo, el controlador 166 puede incluir uno o más de un controlador electrónico, un controlador dedicado, un controlador de propósito especial, un ordenador personal, un ordenador de propósito especial, un dispositivo de visualización, un dispositivo lógico, un dispositivo de memoria y/o un dispositivo de memoria que tiene un medio legible por ordenador adecuado para almacenar instrucciones ejecutables por ordenador para implementar aspectos de sistemas y/o métodos de acuerdo con la presente divulgación.

Adicionalmente o alternativamente, un controlador 166 puede incluir, o estar configurado para leer, almacenamiento legible por ordenador, o memoria, medios adecuados para almacenar instrucciones ejecutables por ordenador, o software, para implementar métodos o pasos de métodos de acuerdo con la presente divulgación. Ejemplos de tales medios incluyen CD-ROM, discos, discos duros, memoria flash, etc. Tal como se usa aquí, almacenamiento o memoria, dispositivos y medios que tienen instrucciones ejecutables por ordenador, así como métodos implementados por ordenador y otros métodos de acuerdo con la presente divulgación se consideran que están dentro del alcance del objeto considerado patentable de acuerdo con la Sección 101 del Título 35 del Código de los Estados Unidos.

El controlador 166, cuando está presente, puede estar operativamente en comunicación y programado para operar selectivamente uno o más del marco 104, la fuente 106 de la primera cinta 108, la fuente 110 de la segunda cinta 112,

el primer módulo 114 de ubicación de cinta, el segundo módulo 116 de ubicación de cinta, el primer módulo 124 de combinación de cintas opcional, el primer módulo 128 compactador de cinta opcional, el primer módulo 138 de plegado de cinta opcional, el segundo módulo 130 de combinación de cinta opcional, el segundo módulo 134 compactador de cinta opcional, el segundo módulo 139 de plegado de cinta opcional, el compactador 160 de estructura de material compuesto opcional, el segundo compactador 164 de estructura de material compuesto opcional, el conjunto 162 de accionamiento opcional y los componentes asociados con cualquier número de subconjuntos enésimos opcionales para crear una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas que tenga un perfil 54 de sección transversal predefinido.

Por ejemplo, el controlador 166 puede programarse para operar selectivamente el primer módulo 124 de combinación de cintas para recibir un número específico de primeras cintas 108 de dos o más suministros 120 de la primera cinta 108 y acoplarlas operativamente antes de la recepción por el primer módulo 114 de ubicación de cinta. De manera similar, el controlador 166 puede programarse para operar selectivamente el segundo módulo 130 de combinación de cinta para recibir un número específico de segundas cintas 112 de dos o más suministros 122 de la segunda cinta 112 y acoplarlas operativamente antes de recibirlas por el segundo módulo 116 de ubicación de cinta, y así sucesivamente con respecto a los subconjuntos 144 enésimos.

Además, en ejemplos de aparatos 100 que incluyen un compactador 160 de estructura de material compuesto, el controlador 166 puede programarse para trasladar selectivamente el marco 104 en la primera dirección 82 y operar selectivamente el compactador 160 de estructura de material compuesto para compactar la primera cinta 108, la segunda cinta 112, y opcionalmente la enésima cinta 148 en la superficie 80 de colocación a medida que el marco 104 se traslada a lo largo de la superficie 80 de colocación en la primera dirección 82. De manera similar, en ejemplos de aparatos 100 que incluyen un segundo compactador 164 de estructura de material compuesto, el controlador 166 puede programarse para trasladar selectivamente el marco 104 en la segunda dirección 84 y operar selectivamente el segundo compactador 164 de estructura de material compuesto para compactar la primera cinta 108, la segunda cinta 112, y opcionalmente la enésima cinta 148 en la superficie 80 de colocación ya que el marco 104 se traslada a lo largo de la superficie 80 de colocación en la segunda dirección 84.

Adicionalmente o alternativamente, un controlador 166 puede programarse para facilitar uno o más métodos 500 discutidos aquí con un aparato 100.

Los aparatos 100 se usan y/o configuran para usarse ex situ. Es decir, la superficie 80 de colocación es una superficie de una estructura 78 para soportar temporalmente la estructura 49 de material compuesto de cinta en capas mientras se está creando, y con la estructura 49 de material compuesto de cinta en capas que va a ser retirada de la estructura 78 para su posterior instalación como un componente de una mayor estructura 30 de material compuesto. Dicha configuración se describe como ex situ, porque la estructura 49 de material compuesto de cinta en capas se está creando de manera remota y separada de la estructura 30 de material compuesto mayor de la cual la estructura 49 de material compuesto de cinta en capas se convertirá en integral.

Como alternativa, los aparatos 100 también pueden usarse y/o configurarse para usarse in situ. Es decir, la superficie 80 de colocación puede definirse por una estructura 30 de material compuesto más grande, de modo que la estructura 49 de material compuesto de cinta en capas se está creando en su lugar e integral con la estructura 30 de material compuesto mayor, y así, tal configuración puede describirse como in situ. Independientemente de si un aparato 100 crea o no una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas in situ o ex situ, la superficie 80 de colocación puede definirse y/o incluir una o más de una superficie plana y/o una o más de una superficie no plana. En algunas aplicaciones, la superficie 80 de colocación puede incluir y/o estar definida por un contorno no plano. En algunas aplicaciones, la superficie 80 de colocación puede tener un perfil de sección transversal generalmente triangular.

Pasando ahora a las Figs. 7-10, se ilustran ejemplos ilustrativos no exclusivos del aparato 100 y porciones del mismo. Cuando sea apropiado, los números de referencia de las ilustraciones esquemáticas de la Fig. 6 se usan para designar las partes correspondientes de los ejemplos ilustrados; sin embargo, los ejemplos de las Figs. 7-10 no son exclusivos y no limitan los aparatos a las realizaciones ilustradas de las Figs. 7-10. Es decir, los aparatos 100 no están limitados a las realizaciones específicas ilustradas en las Figs. 7-10, y los aparatos 100 pueden incorporar cualquier número de los diversos aspectos, configuraciones, características, propiedades, etc. de los aparatos 100 que se ilustran y discuten con referencia a la representación esquemática de la Fig. 6 y/o las realizaciones de las Figs. 7-10, así como sus variaciones, sin requerir la inclusión de todos esos aspectos, configuraciones, características, propiedades, etc. Por razones de brevedad, cada componente, parte, porción, aspecto, región, etc. o variantes discutidas previamente no puede discutirse, ilustrarse y/o etiquetarse de nuevo con respecto a los ejemplos de la Fig. 7-10.

La Fig. 7 proporciona un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un módulo 200 de combinación, que puede utilizarse como un primer módulo 124 de combinación de cintas, un segundo módulo 130 de combinación de cinta, y así sucesivamente como un enésimo módulo 152 de combinación de cinta. En consecuencia, un módulo 200 de combinación puede incorporarse en un aparato 100 que incluye una fuente de cinta que tiene dos o más suministros de cinta. El módulo 200 de combinación incluye un cuerpo 202 que define dos trayectorias 204, 206 de entrada para recibir dos cintas 52 y una trayectoria 208 de salida para la entrega de una cinta 52 combinada corriente abajo a un módulo de colocación. El módulo 200 de combinación también incluye dos rodillos 210, 212 de rosca soportados por el cuerpo 202 y un brazo 214 oscilante soportado de manera pivotante por el cuerpo y que soporta un rodillo 216

oscilante para el movimiento pivotante sobre el punto 217 de pivote en relación con y entre los rodillos 210, 212 de rosca para el enroscado selectivo de la cinta 52 a lo largo de las trayectorias 204, 206 respectivas para avanzar a través del módulo 200 de combinación. El módulo 200 de combinación también incluye dos conjuntos 218, 220 de cortador de cizalla para cortar selectivamente las cintas 52, tal como para permitir el arranque y la detención selectiva de la cinta 52 a través del módulo de combinación, dependiendo de la configuración deseada de un relleno 50 de radio de cinta en capas que se está creando con un aparato 100. El módulo 200 de combinación también incluye un conjunto 222 compactador desplazado por resorte para acoplar operativamente entre sí y compactar las dos cintas 52 para la entrega corriente abajo a un módulo de colocación. Se pueden usar otros mecanismos controlados y no controlados, tales como mecanismos activados neumáticamente, para desplazar los rodillos del conjunto 222 compactador ilustrado.

La Fig. 8 proporciona un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, de un módulo 300 de ubicación, que puede utilizarse como un primer módulo 114 de ubicación de cinta, un segundo módulo 116 de ubicación de cinta, y así sucesivamente como un enésimo módulo 150 de colocación de cinta. El módulo 300 de ubicación es un ejemplo de un módulo de colocación que está configurado para usarse con un aparato 100 que está configurado para colocar cintas 52 en más de una dirección, incluyendo direcciones lineales opuestas. El módulo 300 de ubicación incluye un cuerpo 302, un brazo 304 oscilante soportado de manera pivotante alrededor de un punto 305 pivotante con relación al cuerpo 302, y un rodillo 306 de colocación soportado por el cuerpo 302. El brazo 304 oscilante define una trayectoria 308 de entrada para recibir una cinta 52 o cinta 52 combinada de un componente corriente arriba de un aparato 100, tal como directamente de una fuente de cinta o de un módulo de combinación o módulo compactador. El cuerpo 302 define dos trayectorias 310, 312 de salida, que reciben selectivamente la cinta 52 de la trayectoria 308 de entrada dependiendo de la posición pivotante del brazo 304 oscilante. Se proporcionan un cilindro 318 oscilante, un cilindro 320 de accionamiento oscilante y un motor 322 de activación de dirección de trayectoria de fibra para facilitar la oscilación selectiva del brazo 304 oscilante y, por lo tanto, la trayectoria selectiva de cinta a través de las trayectorias 310, 312 de salida de acuerdo con una dirección de traslación de un aparato 100. El movimiento oscilante del brazo oscilante se representa esquemáticamente en la Fig. 8 en 324. En la Fig. 8, el brazo 304 oscilante se ilustra en una posición izquierda con la trayectoria 308 de entrada alineada con la trayectoria 310 de salida, correspondiente a una configuración en la que el módulo 300 de ubicación se mueve hacia la izquierda y coloca la cinta en una superficie 80 de colocación a la derecha del módulo 300 de ubicación, desde la perspectiva de la Fig. 8. Cuando el brazo oscilante se gira selectivamente hacia la derecha, la trayectoria 308 de entrada se alineará con la trayectoria 312 de salida, correspondiente a una configuración en la que el módulo 300 de ubicación se mueve hacia la derecha y coloca la cinta en una superficie 80 de colocación a la izquierda del módulo 300 de ubicación, desde la perspectiva de la Fig. 8. El módulo 300 de ubicación también incluye un conjunto 314 de reenroscado para enroscar selectivamente la cinta 52 a través de la trayectoria 308 de entrada, y un conjunto 316 de cortador de cizalla para cortar selectivamente la cinta 52, tal como para permitir el arranque y la detención selectiva de la cinta 52 a través del módulo 300 de ubicación dependiendo de la configuración deseada de un relleno 50 de radio de cinta en capas que se crea con un aparato 100.

La Fig. 9 proporciona un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, de un módulo 600 plegable, que puede utilizarse como un primer módulo 138 de plegado de cinta, un segundo módulo 139 de plegado de cinta, y así sucesivamente como un enésimo módulo 153 plegable de cinta. El módulo 600 plegable es un ejemplo de un módulo plegable que está configurado para doblar una cinta 52 longitudinalmente por la mitad para crear una cinta 53 plegada que tiene dos capas de igual ancho.

Pasando ahora a la Fig. 10, se ilustra un ejemplo ilustrativo y no exclusivo de un aparato 100 y se indica en 400. El aparato 400 es un ejemplo de un aparato 100 que está acoplado operativamente a un conjunto 162 de accionamiento en forma de un brazo robótico como efector final del mismo. Además, el aparato 400 es un ejemplo de un aparato 100 que está configurado para colocar cinta en más de una dirección, incluyendo direcciones lineales opuestas. En consecuencia, el aparato 400 incluye tanto un primer compactador 160 de estructura de material compuesto para usar cuando el aparato se está trasladando en la dirección mostrada, como un segundo compactador 164 de estructura de material compuesto para usar cuando el aparato se está trasladando y una estructura 49 de material compuesto de cinta en capas se coloca en una dirección opuesta. El aparato 400 incluye cinco módulos 300 de colocación, módulos 200 de combinación correspondientes, y una pluralidad de fuentes 402 de cinta en forma de carretes 404 de cinta.

La Fig. 11 proporciona esquemáticamente un diagrama de flujo que representa ejemplos ilustrativos, no exclusivos, de métodos 500 para crear estructuras de material compuesto de cinta en capas. Los métodos 500 pueden, pero no requieren, ser implementados por un aparato 100 de acuerdo con la presente divulgación. Es decir, un método 500 puede ser distinto de un aparato 100 y puede utilizarse y/o implementarse de otro modo en relación con un aparato que no se divulga expresamente aquí.

Como se ilustra en cajas sólidas, los métodos 500 generalmente incluyen al menos el suministro de cintas en 502 y la colocación de cintas en 504. Más específicamente, el suministro de 502 generalmente incluye al menos el suministro de una o más primeras cintas en 506, y en algunos métodos 500 opcionales también incluye el suministro de una o más cintas secundarias en 508. En algunos métodos 500, se pueden suministrar más de dos cintas, como lo indica el suministro opcional de una o más enésimas cintas en 510. Colocar 504 generalmente incluye colocar la primera cinta en una superficie de colocación en 512, y, en los métodos 500 que incluyen el suministro de 508, también se coloca la segunda cinta en la primera cinta sobre la superficie de colocación en 514. En los métodos 500 que incluyen el

suministro de 510, la colocación de 504 también incluye la colocación de enésimas cintas en el mandril de colocación en relación con el primero y segundo y opcionalmente cintas adicionales en 516.

En algunos métodos 500, las cintas suministradas en 506, 508 y 510 pueden diferir entre sí en uno o más de ancho, espesor, material de fibra, ángulo de fibra y material aglutinante. En algunos métodos 500, las cintas están construidas de material compuesto reforzado con fibra.

En los métodos 500 que incluyen más de un suministro 506, más de uno suministro 508 y/o más de un suministro 510, las dos o más cintas suministradas pueden incluir cintas de construcción idéntica, incluyendo el mismo ancho, el mismo espesor, el mismo material de fibra, el mismo ángulo de fibra y el mismo material aglutinante. Alternativamente, las dos o más cintas pueden incluir cintas que tengan el mismo ancho y opcionalmente el mismo espesor, pero que difieran opcionalmente en uno o más de espesor, material de fibra, ángulo de fibra y material aglutinante.

Como se representa esquemáticamente y opcionalmente en cajas discontinuos en la Fig. 11, algunos métodos 500 incluyen además plegar una o más cintas en 540. Más específicamente, el plegado 540 puede incluir uno o más plegados en 542 una o más primeras cintas para formar una o más primeras cintas plegadas antes de colocar la primera cinta en 512, doblar en 544 una o más segundas cintas para formar una o más segundas cintas plegadas antes de colocar la segunda cinta en 514, y así sucesivamente, incluyendo plegar en 546 una o más enésimas cintas para formar una o más enésimas cintas dobladas antes de colocar la enésima cinta 516.

Como también se representa esquemáticamente y opcionalmente en cajas discontinuos en la Fig. 11, algunos métodos 500 incluyen además combinar cintas en 518. Más específicamente, la combinación 518 puede incluir una o más de combinar en 520 las dos o más primeras cintas para formar la primera cinta combinada antes de colocar la primera cinta en 512, combinando en 522 las dos o más segundas cintas para formar la segunda cinta combinada antes de colocar la segunda cinta en 514, y así sucesivamente, incluso combinando en 524 dos o más enésimas cintas para formar la enésima cinta combinada antes de colocar la enésima cinta en 516.

Como también se representa esquemáticamente y opcionalmente en cajas discontinuas en la Fig. 11, algunos de dichos métodos 500 incluyen además cintas de compactación en 526. Más específicamente, la compactación 526 puede incluir uno o más de compactación en 528 de la primera cinta combinada y/o la primera cinta doblada siguiendo la combinación 520 y/o el plegado 542 y antes de colocar la primera cinta en 512, compactando en 530 la segunda cinta combinada y/o la segunda cinta plegada siguiendo la combinación 522 y/o el plegado 544 y antes de colocar la segunda cinta en 514, y así sucesivamente, incluyendo compactar en 532 la cinta enésima combinada y/o la cinta enésima doblada después de la combinación 524 y/o el plegado 546 y antes de colocar la cinta enésima en 516.

Como también se representa esquemáticamente y opcionalmente en una caja discontinua en la Fig. 11, algunos métodos 500 también incluyen la compactación de la primera cinta, la segunda cinta, y así sucesivamente contra la superficie de colocación en 534.

El método 500 incluye además controlar activamente uno o más del suministro 506 de la primera cinta, el suministro 508 de la segunda cinta, el suministro 510 de la enésima cinta, la colocación 512 de la primera cinta y la colocación 514 de la segunda cinta para crear una estructura de material compuesto de cinta en capas que tiene un perfil de sección transversal predefinido. En algunos de tales métodos 500, el control activo puede incluir uno o más de iniciar y detener el suministro 506 de la primera cinta para controlar selectivamente un espesor de la primera cinta en al menos una porción de la estructura de material compuesto de cinta en capas que se está creando, comenzando y deteniendo el suministro 508 de la segunda cinta para controlar selectivamente un espesor de la segunda cinta en al menos una porción de la estructura de material compuesto de cinta en capas que se está creando, y comenzando y deteniendo el suministro 510 de la enésima cinta para controlar selectivamente un espesor de enésima cinta en al menos una porción de la estructura de material compuesto de cinta en capas que se está creando. Además, en los métodos 500 que incluyen más de un suministro 506, el control activo también puede incluir iniciar y detener el suministro 506 de al menos una de las primeras cintas para controlar selectivamente un espesor de la primera cinta en al menos una porción de la estructura compuesta de cinta en capas que se está creando. De manera similar, en los métodos 500 que incluyen más de un suministro 508, el control activo también puede incluir iniciar y detener el suministro 508 de al menos una de las segundas cintas para controlar selectivamente un espesor de la segunda cinta en al menos una porción de la estructura compuesta de cinta en capas que se está creando, y así sucesivamente con respecto al suministro 510 de la enésima cinta. En los métodos 500 que incluyen el plegado 540, el control activo también puede incluir iniciar y detener uno o más del plegado 540, el plegado 544 y el plegado 546 para controlar selectivamente los espesores de las cintas antes de la colocación 504.

En el método 500, la superficie de colocación es una superficie de una estructura para soportar temporalmente la estructura de material compuesto de cinta en capas mientras que se está creando. Por ejemplo, la estructura que define la superficie de colocación puede ser o incluir una tabla. En dichos métodos 500, el método también incluye retirar la estructura de material compuesto de cinta en capas de la superficie de colocación e instalar la estructura de material compuesto en capas como un componente de una estructura de material compuesto mayor.

En otros métodos 500, la superficie de colocación puede definirse por una estructura de material compuesto mayor que se ensambla con la estructura de material compuesto de cinta en capas, tal como con la estructura de material

compuesto mayor compuesta por un material compuesto reforzado con fibra. En algunos de estos métodos, la superficie de colocación puede definirse por un contorno no plano, tal como tener un perfil de sección transversal generalmente triangular.

Las realizaciones de la divulgación pueden divulgarse en el contexto de un método 700 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la Fig. 12 y una aeronave 20 como se muestra en la Fig. 13. Durante la preproducción, el método 700 a manera de ejemplo puede incluir especificación y diseño 704 de la aeronave 20 y adquisición 706 de material. Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación 708 de componentes y subconjuntos y la integración 710 del sistema de la aeronave 20, durante los cuales se pueden utilizar disposiciones de acuerdo con la presente divulgación. A partir de entonces, la aeronave 20 puede pasar por la certificación y entrega 712 para ser puesta en servicio 714. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 20 está programada para mantenimiento y servicio 716 de rutina (que también puede incluir modificación, reconfiguración, renovación, y así sucesivamente).

Cada uno de los procesos del método 700 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

Como se muestra en la Fig. 13, la aeronave 20 producida por el método 700 a manera de ejemplo puede incluir un fuselaje 21 con una pluralidad de sistemas 22 y un interior 23. Los ejemplos de sistemas 22 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 24 de propulsión, un sistema 25 eléctrico, un sistema 26 hidráulico y un sistema 27 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la presente divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria automotriz.

Los aparatos y métodos incorporados aquí pueden emplearse durante cualquiera o más de las etapas del método 700 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso 708 de producción pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 20 está en servicio. Además, se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas durante las etapas 708 y 710 de producción, por ejemplo, agilizando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de una aeronave 20. De manera similar, una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras la aeronave 20 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y servicio 716 de la aeronave 20.

Como se representa esquemáticamente en la Fig. 13, el fuselaje 21 puede incluir componentes 28 estructurales, tales como vigas, largueros y varios otros ensamblajes, que pueden incluir rellenos de radio o fideos, 29. Además, como también se representa esquemáticamente en la Fig. 13 diversos componentes 28 estructurales del fuselaje 21, así como diversos componentes del interior 23, pueden incluir, o estar contruidos al menos en parte de, estructuras 30 de material compuesto.

Como se usa aquí, los términos "adaptado" y "configurado" indican que el elemento, componente u otro objeto está diseñado y/o destinado a realizar una función dada. Por lo tanto, el uso de los términos "adaptado" y "configurado" no debe interpretarse en el sentido de que un elemento, componente u otro objeto dado es simplemente "capaz de" realizar una función dada, sino que el elemento, componente y/u otro objeto es específicamente seleccionado, creado, implementado, utilizado, programado y/o diseñado con el propósito de realizar la función. También está dentro del alcance de la presente divulgación que los elementos, componentes y/u otro objeto recitado que se recita como adaptado para realizar una función particular se pueda describir adicionalmente o alternativamente como configurado para realizar esa función, y viceversa. De manera similar, el objeto que se recita como configurado para realizar una función particular puede describirse adicionalmente o alternativamente como operativo para realizar esa función.

Los diversos elementos divulgados de aparatos y pasos de métodos divulgados aquí no se requieren para todos los aparatos y métodos de acuerdo con la presente divulgación, y la presente divulgación incluye todas las combinaciones y subcombinaciones novedosas y no obvias de los diversos elementos y pasos divulgados aquí. Además, uno o más de los diversos elementos y pasos divulgados aquí pueden definir un objeto inventivo independiente que está separado y aparte del conjunto de un aparato o método divulgado. Por consiguiente, no se requiere que dicho objeto inventivo esté asociado con los aparatos y métodos específicos que se divulgan expresamente aquí, y dicho objeto inventivo puede encontrar utilidad en aparatos y/o métodos que no se divulgan expresamente aquí.

REIVINDICACIONES

1. Un método para crear una estructura de material compuesto de cinta en capas de un perfil de sección transversal definido por un vacío (38) dentro de una estructura (30) de material compuesto mayor, comprendiendo el método:
suministrar una o más primeras cintas (56, 108);
- 5 suministrar una o más segundas cintas (58, 112), en el que las primeras cintas difieren de las segundas cintas en al menos uno de ancho y espesor;
uno de:
combinar dos o más de las una o más primeras cintas para formar la primera cinta (126) combinada; y
combinar dos o más de la una o más segundas cintas para formar una segunda cinta (132) combinada;
- 10 colocar la una o más primeras cintas en una superficie (80) de colocación, en el que la superficie de colocación es una superficie de una estructura (78) para soportar temporalmente la estructura de material compuesto de cinta en capas mientras se está creando; y
colocar la una o más segundas cintas en la una o más primeras cintas en la superficie de colocación; y
- 15 controlar activamente uno o más del suministro de una o mas de las primeras cintas, el suministro de una o más de las segundas cintas, la colocación de una o más de las primeras cintas y la colocación de una o más de las segundas cintas para crear un relleno de radio de cinta en capas que tenga un perfil de sección transversal predefinido, del perfil de sección transversal definido por el vacío dentro de la estructura de material compuesto mayor; y
retirar la estructura de material compuesto de cinta en capas de la superficie de colocación e instalar la estructura de material compuesto de cinta en capas como un componente de la estructura de material compuesto mayor.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que las primeras cintas difieren de las segundas cintas en ancho.
3. El método de la reivindicación 1, en el que la primera cinta difiere de la segunda cinta en uno o más de espesor y construcción de material.
4. El método de la reivindicación 1, en el que el suministro de la primera cinta incluye el suministro de dos o más primeras cintas, donde el método incluye combinar dos o más de las dos o más primeras cintas para formar la primera cinta combinada.
- 25 5. El método de la reivindicación 1, en el que el suministro de la segunda cinta incluye el suministro de dos o más segundas cintas, donde el método incluye combinar dos o más de las dos o más segundas cintas para formar una segunda cinta combinada.
6. El método de la reivindicación 5, en el que la segunda cinta está construida de material compuesto reforzado con fibra, y en el que las dos o más segundas cintas incluyen cintas de construcción idéntica, que incluyen el mismo ancho, el mismo espesor, el mismo material de fibra, el mismo ángulo de fibra y el mismo material aglutinante.
- 30 7. El método de la reivindicación 5, en el que la segunda cinta está construida de material compuesto reforzado con fibra, y en el que las dos o más segundas cintas incluyen cintas que tienen el mismo ancho y difieren en uno o más de espesor, material de fibra, ángulo de fibra y material aglutinante
- 35 8. El método de la reivindicación 5, que comprende, además:
compactar la segunda cinta combinada antes de colocar la segunda cinta.
9. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:
doblar longitudinalmente la primera cinta antes de colocar la primera cinta.
10. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 40 doblar longitudinalmente la segunda cinta antes de colocar la segunda cinta.
11. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:
compactar la primera cinta y la segunda cinta contra la superficie de colocación.
12. El método de la reivindicación 1, en el que la estructura de material compuesto de cinta en capas es un relleno de radio de cinta en capas.

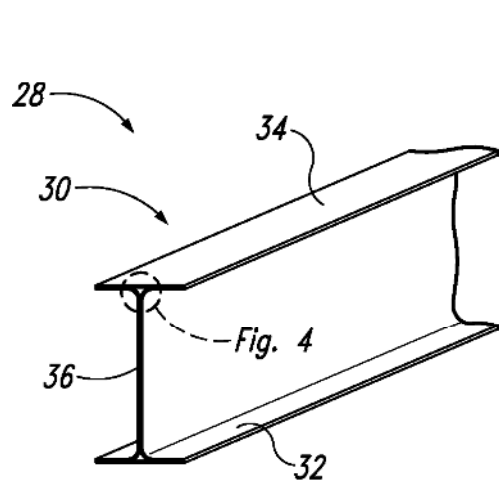


Fig. 1

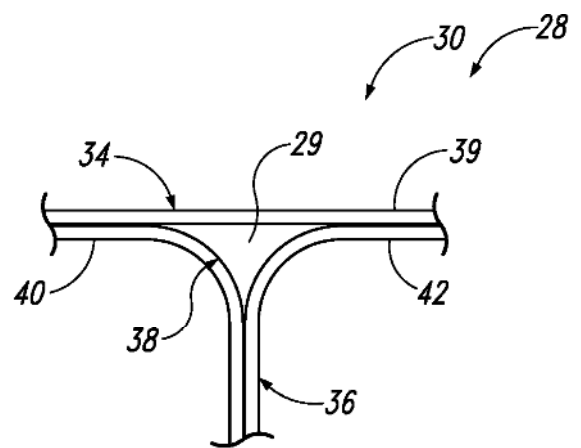


Fig. 2

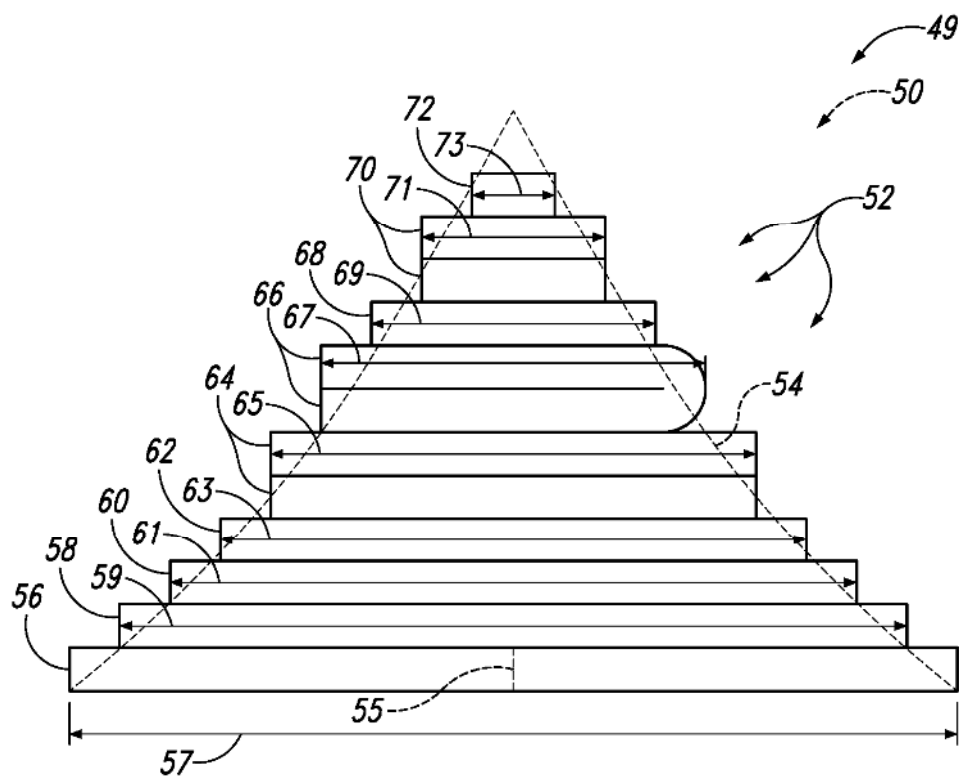


Fig. 3

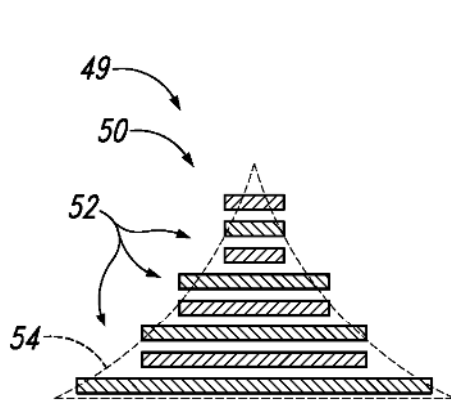


Fig. 4

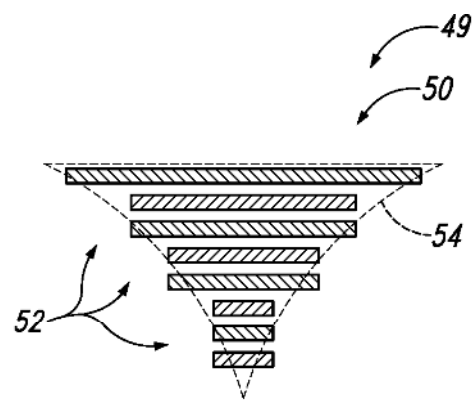


Fig. 5

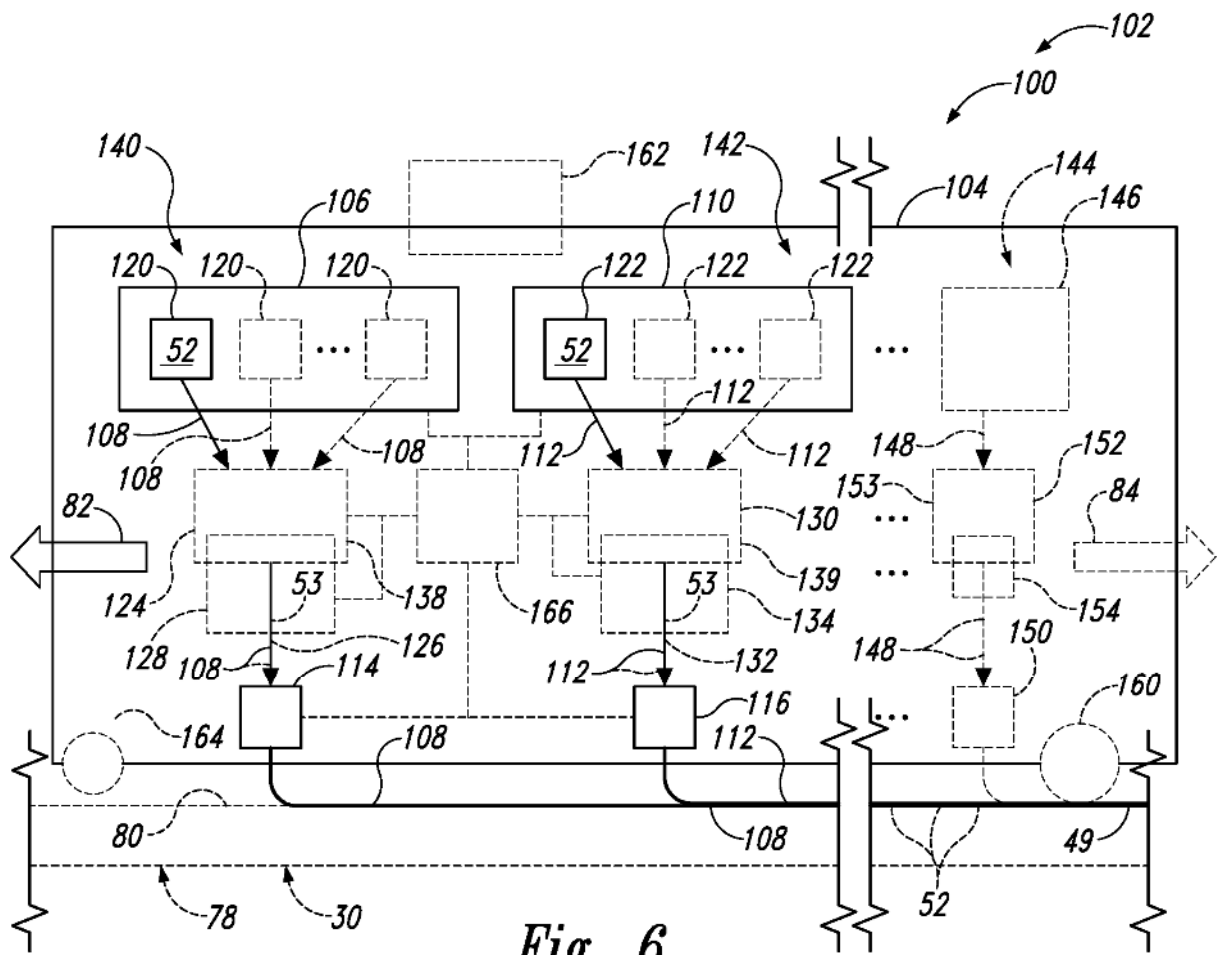


Fig. 6

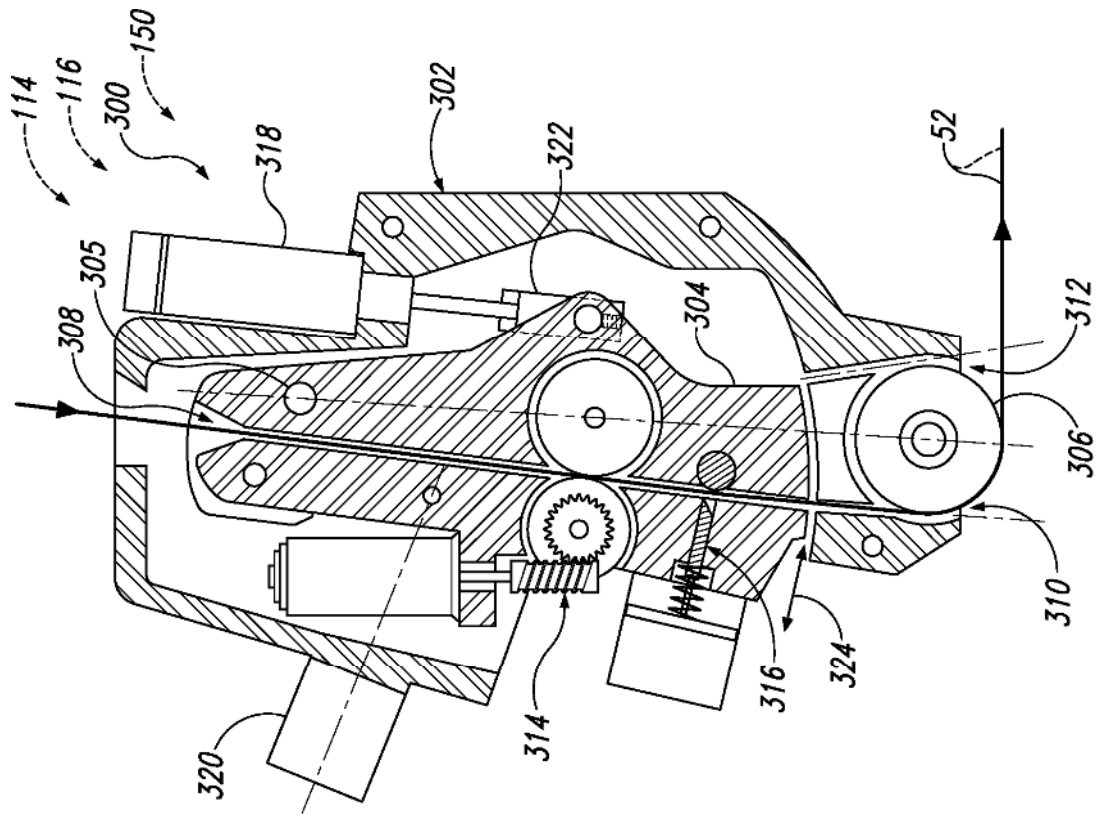


Fig. 7

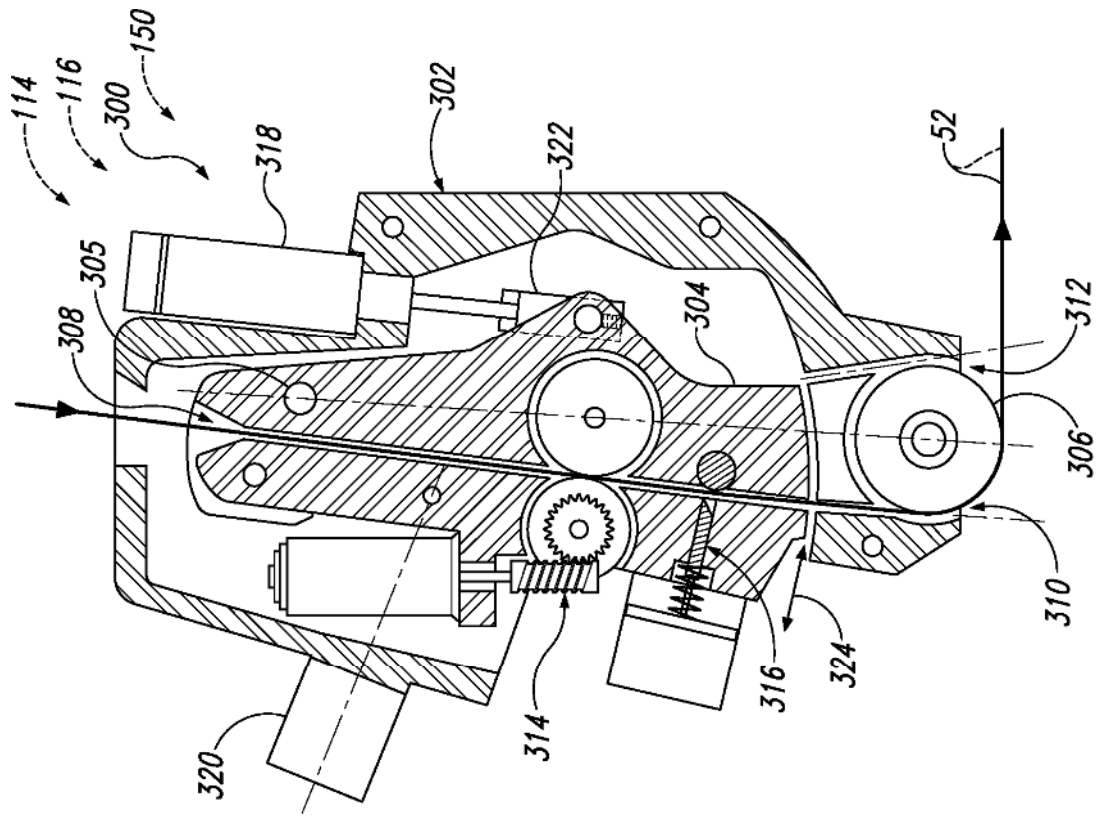
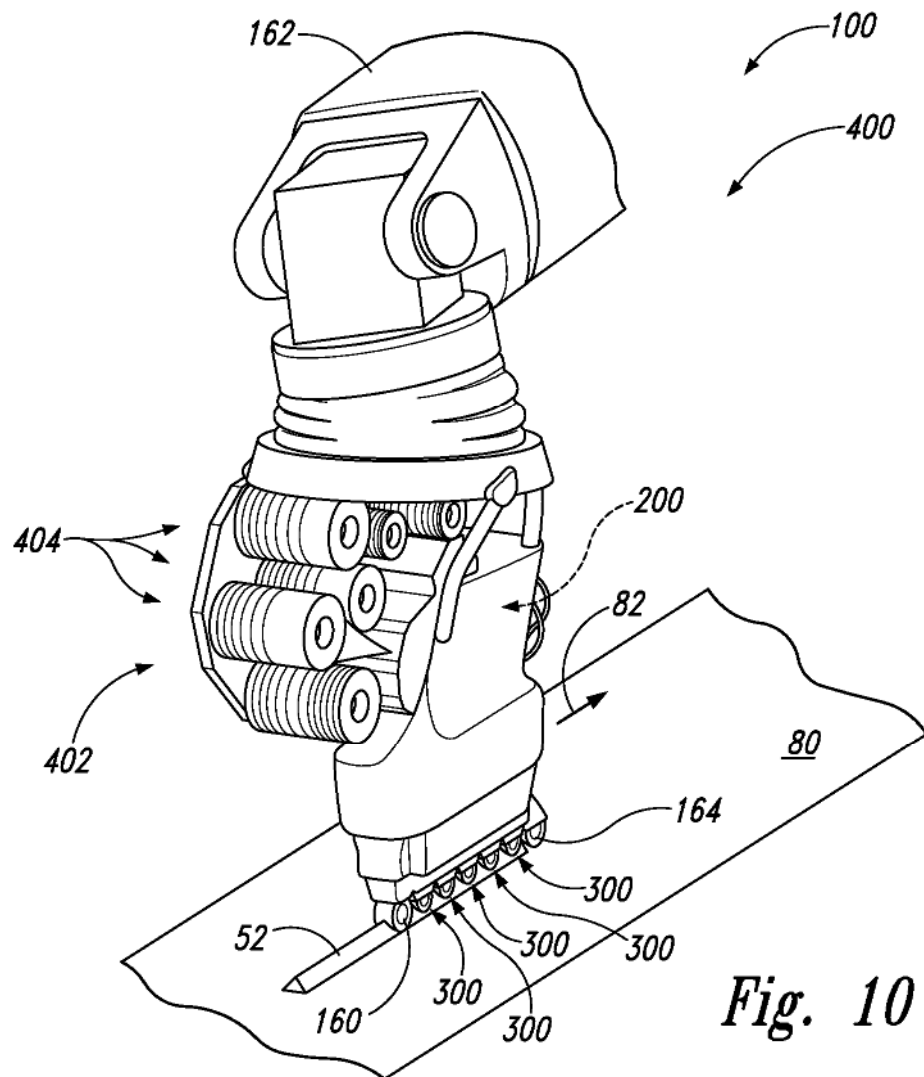
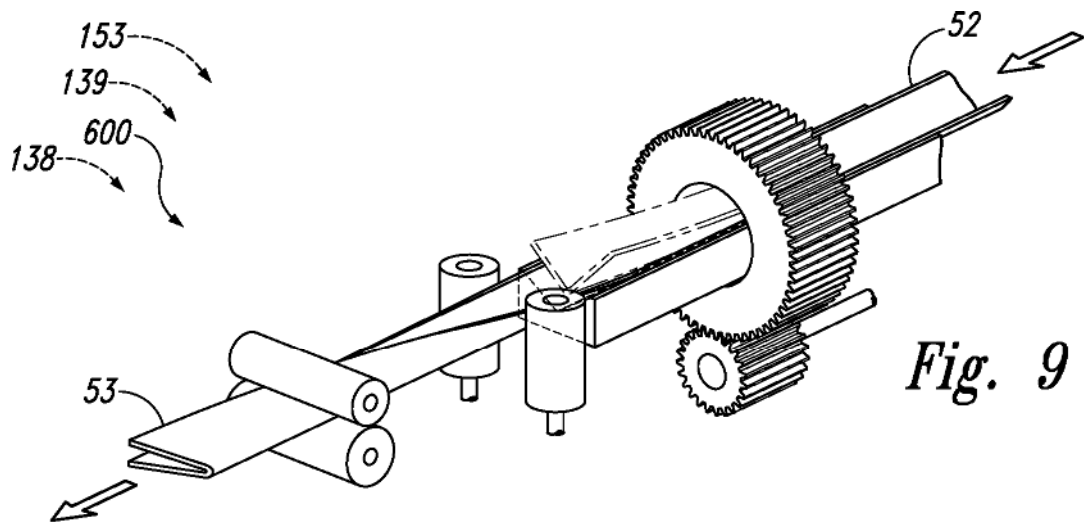


Fig. 8



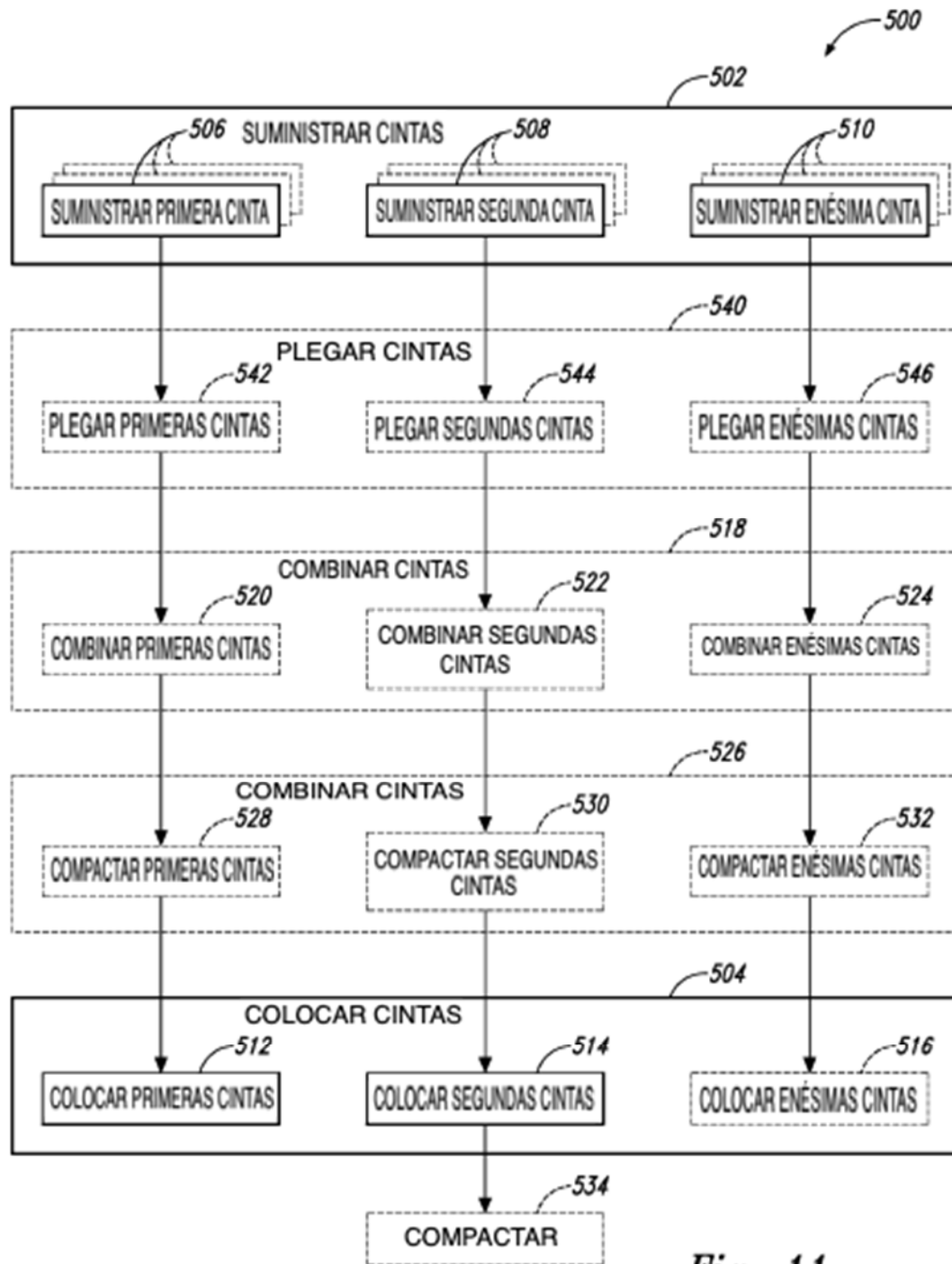


Fig. 11

