

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 246**

51 Int. Cl.:

B29C 69/00 (2006.01)

B29C 70/50 (2006.01)

B29C 70/32 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2009 PCT/US2009/032617**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2009 WO09097514**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2009 E 09705254 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2240315**

54 Título: **Un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez y el método correspondiente**

30 Prioridad:

31.01.2008 US 25223 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2017

73 Titular/es:

**ORBITAL ATK, INC. (100.0%)
4700 Nathan Lane North
Plymouth, MN 55442, US**

72 Inventor/es:

**BENSON, VERNON M.;
HARRIS, DOUGLAS G.;
SLACK, JASON K.;
CIMBALISTA, MICHAEL D.;
KIMBALL, NICKLAUS C.;
OLSCHEWSKI, TIMOTHY S. y
PALMER, JEREMY D.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 640 246 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

Un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez y el método correspondiente

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la fabricación de estructuras de material compuesto, se aseguran a menudo miembros estructurales a una película superficial para proporcionar un refuerzo de la película superficial. Tales miembros estructurales pueden incluir, por ejemplo, nervaduras, pilares o marcos configurados para ser asegurados a la película superficial de las estructuras de material compuesto. Tales miembros estructurales pueden también incluir miembros de aporte de rigidez sustancialmente alargados a los que se hace referencia a menudo como larguerillos o elementos de aporte de rigidez. Los larguerillos o elementos de aporte de rigidez pueden haberse formado de manera que exhiban diversas geometrías de sección transversal que incluyen configuraciones tales como vigas en I, formas en C (a las que se hace referencia a menudo como formas en U o canales), formas en J, formas en Z, formas en L o ángulos, formas en omega o lo que a menudo se refiere como forma de sombrero o canal en sombrero.

Un método habitual para formar un elemento de aporte de rigidez de material compuesto incluye disponer hojas de material compuesto a mano, una de cada vez, sobre un molde, mandril u otra herramienta similar para formar una estructura estratificada. Con la disposición de cada dos o tres hojas, la estructura estratificada necesita ser compactada o reducida en su volumen. Esto se lleva a cabo, de forma convencional, por reducción de volumen al vacío, en la cual se coloca una bolsa de vacío sobre la estructura estratificada y se aplica vacío a la estructura por medio de la bolsa. A menudo, puede aplicarse calor para ayudar al procedimiento de reducción del volumen, y en un intento de compactar adicionalmente la estructura estratificada. Cada reducción de volumen llevada a cabo sobre la estructura estratificada constituye un procedimiento que lleva tiempo. A la hora de formar la estructura estratificada, puede ser necesario que se produzcan múltiples compactaciones al vacío al ir acumulándose las capas para formar la estructura estratificada. Sin embargo, incluso cuando se llevan a cabo múltiples reducciones de volumen al vacío en una estructura estratificada dada, la estructura estratificada sigue pudiendo, indeseablemente, exhibir una magnitud significativa de volumen. Otro problema a la hora de formar materiales compuestos a mano se relaciona con el manejo de los elementos de aporte de rigidez, especialmente cuando se acoplan dos estructuras de material compuesto una con otra para formar un elemento de aporte de rigidez. Resulta difícil producir un elemento de aporte de rigidez de materiales compuestos acoplados que tengan las características deseadas, de una forma rápida y eficaz, cuando se hacen a mano.

Por las razones anteriormente expuestas, y por otras razones que se refieren más adelante y que se harán evidentes para las personas expertas de la técnica con la lectura y la comprensión de la presente memoria, existe la necesidad en la técnica de un método y un aparato eficaces y eficientes para manejar elementos de aporte de rigidez.

El documento US 5.192.383 divulga un método para conformar de manera continua un material compuesto en estructura de capas hasta obtener una estructura rígida, conforme el material es desplazado de una posición de aguas arriba a una posición de aguas abajo.

El documento US 5.076.873 divulga un sistema para conformar una pieza de trabajo de sección en I sin utilizar una autoclave. El sistema incluye medios para soportar unos primer y segundo elementos sin curar con el fin de conformar la pieza de trabajo. Los medios de soporte incluyen un primer mandril para soportar el primer elemento de pieza de trabajo sin formar, y un segundo mandril para soportar el segundo elemento de pieza de trabajo sin formar.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

Los problemas antes mencionados de los sistemas actuales son afrontados por las realizaciones de la presente invención y se comprenderán por la lectura y el estudio de la siguiente memoria. El siguiente compendio se ha realizado a modo de ejemplo, y no a modo de limitación. Se ha proporcionado meramente para ayudar al lector a comprender algunos de los aspectos de la invención. La invención se define por las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas.

En una realización, se proporciona un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez. El aparato incluye una base, un primer miembro basculante y un segundo miembro basculante. El primer miembro basculante está asegurado de forma deslizante a la base. El primer miembro basculante se ha configurado también para asegurar selectivamente un primer mandril en él y para hacer rotar el primer mandril. El segundo miembro basculante se ha asegurado también de forma deslizable a la base. Los primer y segundo miembros basculantes se colocan de forma deslizante a distancias seleccionadas el uno del otro sobre la base, en las realizaciones. El segundo mandril se ha configurado, de manera adicional, para asegurar un segundo mandril sobre el mismo y para hacer rotar el segundo mandril.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

Las anteriores y otras ventajas de la invención se pondrán de manifiesto de forma evidente por la lectura de la siguiente descripción detallada y mediante la referencia a los dibujos, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 2 es una vista en perspectiva de una porción del aparato de la Figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las Figuras 3A-3D muestran vistas parciales en corte transversal parcial del aparato de la Figura 1 durante diversas etapas de la formación de un miembro alargado con él;

La Figura 4 es una vista en perspectiva de una porción del aparato de la Figura 1, de acuerdo con otra realización de la presente invención;

La Figura 5 es una vista en perspectiva de otro aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con otra realización de la presente invención;

La Figura 6 es una vista en perspectiva de otro aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con aún otra realización de la presente invención;

La Figura 7 es una vista en perspectiva y ampliada de una porción del aparato mostrado en la Figura 6;

Las Figuras 8A y 8B muestran vistas en corte transversal de miembros de refuerzo alargados formados de acuerdo con diversos aspectos de la presente invención, y en diversas etapas de fabricación;

La Figura 9 es una vista en perspectiva de un aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;

La Figura 10 es una vista en perspectiva de un aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con aún otra realización adicional de la presente invención;

La Figura 11 es un esquema que muestra el uso de un controlador con un aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 12A es una vista en perspectiva de un mandril que se utiliza para formar un miembro de material compuesto alargado de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 12B es una vista lateral parcial, en corte transversal, del mandril mostrado en la Figura 12A, durante la formación de un miembro de material compuesto alargado de acuerdo con una realización de la presente invención; y

Las Figuras 13A-13E son vistas en corte transversal de configuraciones geométricas proporcionadas a modo de ejemplo que pueden ser formadas de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 14A y 14B muestran una vista en planta superior y una vista en alzado, respectivamente, de un sistema y un aparato para la formación de miembros de material compuesto alargados de acuerdo con aún otra realización de la presente invención;

La Figura 15A muestra un esquema de un procedimiento proporcionado a modo de ejemplo, llevado a cabo por el sistema y el aparato mostrados en las Figuras 14A y 14B;

Las Figuras 15B-15D muestran detallas de diversos componentes del aparato mostrado en las Figuras 14A, 14B y 15A;

Las Figuras 16A y 16B muestran dispositivos de dispensación de material que pueden ser utilizados en combinación con diversas realizaciones de la presente invención;

Las Figuras 17A y 17B muestran vistas en perspectiva de miembros alargados proporcionados a modo de ejemplo, formados utilizando los sistemas y aparatos mostrados y descritos con respecto a las Figuras 14A, 14B, 16A y 16B;

La Figura 18 muestra una vista en planta superior, parcial y ampliada del aparato mostrado en la Figura 14A;

Las Figuras 19A y 19B muestran una vista en planta superior y una vista en alzado, respectivamente, de un sistema y un aparato para formar miembros de material compuesto alargados de acuerdo con aún otra realización adicional de la presente invención;

La Figura 20 es una vista en corte transversal de un miembro alargado formado de acuerdo con un procedimiento de la presente invención;

La Figura 21 es una vista en perspectiva de un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez en una primera posición, para uso a la hora de formar miembros de aporte de rigidez de una realización de la presente invención;

La Figura 22 es una vista en perspectiva de un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de la Figura 21, en una segunda posición;

La Figura 23 es una vista en corte transversal del aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de la Figura 21, en una tercera posición;

La Figura 24 es una vista en perspectiva de la parte inferior del aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de la Figura 21;

La Figura 25A es una vista en perspectiva de una porción del aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de la Figura 21;

La Figura 25B es una vista en perspectiva de una porción del aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de la Figura 21;

La Figura 26 es una vista en corte transversal de una porción de un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de una realización de la presente invención;

La Figura 27 es una vista en corte transversal de una porción del aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de una realización de la presente invención;

La Figura 28 es una vista en corte transversal de una porción del aparato de colocación de herramienta de

aporte de rigidez de una realización de la presente invención;

La Figura 29 es una vista en corte transversal de una porción del aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez de una realización de la presente invención.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra en ella un aparato 100 para formar miembros estructurales o de refuerzo alargados 102 (a los que se hace referencia en esta memoria, por simplicidad, como miembros alargados), tales como elementos de aporte de rigidez o largueros, que utilizan materiales compuestos que incluyen, por ejemplo, materiales reforzados con fibra de carbono y resinas termoestables. El aparato incluye una base 104 que
10 tiene una porción de la misma configurada como un miembro de moldeo, tal como un mandril 106. Un conjunto de carro 108, que incluye un bastidor 110, está acoplado de forma movable con la base 104, tal como, por ejemplo, mediante unos rodillos o correderas 112 situadas dentro de unos miembros de pista 114 correspondientes. Los rodillos o correderas 112, en combinación con los miembros de pista 114, permiten al conjunto de carro 108 moverse a lo largo de un eje longitudinalmente definido 115 con respecto a la base 104, a la hora de formar el
15 miembro alargado 102, tal y como se describirá con mayor detalle más adelante en esta memoria.

El conjunto de carro 108 incluye, adicionalmente, un miembro rodante 116, al que se hace también referencia en esta memoria como rodillo, configurado para ser al menos parcialmente complementario con el mandril 106 y colocarse sobre este. El rodillo 116 puede ser acoplado de forma desmontable con el conjunto de carro 108 de un
20 modo tal, que puede ser intercambiado por otros rodillos en las diversas etapas de formación del miembro alargado 102, o para formar miembros alargados con diferentes geometrías de sección transversal. El rodillo 116 puede ser acoplado al conjunto de carro 108 por medio de un miembro de cojinete 118 adecuado, que permite que el rodillo 116 gire o ruede cuando entra en contacto con la base 104 y cuando el conjunto de carro 108 se está moviendo con respecto a la misma. El rodillo 116 puede haberse hecho de, o revestido con, por ejemplo, un material de
25 elastómero, tal como, por ejemplo, politetrafluoroetileno (PTFE), para los propósitos de adaptar el rodillo a la superficie de, y distribuir más uniformemente las fuerzas sobre, el material estratificado dispuesto sobre el mandril 106, las cuales están siendo utilizadas para conformar el miembro alargado 102 a medida que el rodillo 116 pasa sobre él.

El bastidor 110 del conjunto de carro 108 puede, deseablemente, ser configurado de tal manera que el rodillo 116 es desplazable o ajustable de forma sustancialmente vertical con respecto a la base 104. Por ejemplo, una porción del bastidor 110, tal como un miembro transversal 120, puede ser desplazable verticalmente con respecto a la porción principal del bastidor 110. El conjunto de carro 108 se ha configurado también para ejercer una fuerza generalmente hacia abajo sobre la base 104 y, de esta forma, sobre el miembro alargado 102 por medio del rodillo 116. Pueden
35 utilizarse diversos mecanismos para ejercer dicha fuerza. Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 1, pueden acoplarse una o más pesas 122 al conjunto de carro 108 y, más particularmente, al miembro transversal 120, de tal manera que las pesas 122 ejercen una fuerza hacia abajo a través del rodillo 116 que está acoplado con dichos miembros transversales 120. En otra realización, un dispositivo de accionamiento, tal como un cilindro hidráulico o neumático, puede ser acoplado al bastidor 110 y haberse configurado para ejercer una fuerza sustancialmente hacia
40 abajo sobre el miembro transversal 120 o sobre algún otro componente, de tal manera que puede ser aplicada una presión por parte del rodillo 116 al mandril 106.

El conjunto de carro 108 puede también incluir un aparato de calentamiento 123 configurado para calentar una porción del miembro alargado 102 antes de que el rodillo 116 pase sobre él. El aparato o dispositivo de calentamiento 123 puede incluir, por ejemplo, un calentador de resistencia con una soplante asociada, un calentador de infrarrojos, un dispositivo de calentamiento por ultrasonidos, un dispositivo de calentamiento por láser, un calentador de haz de electrones u otro dispositivo de calentamiento apropiado. En una realización, el dispositivo de calentamiento 123 puede haberse configurado y emplazado para calentar el mandril 106, el rodillo 116 o ambos. En
45 otra realización, el dispositivo de calentamiento 123 puede haberse configurado y orientado para calentar una porción del miembro alargado 102 y, más concretamente, una porción de una o más láminas de material compuesto tendidas sobre el mandril 106 para formar el miembro alargado resultante 102, como se explicará con mayor detalle más adelante. Dicho dispositivo de calentamiento 123 puede ser particularmente útil a la hora de formar miembros alargados a partir de materiales previamente impregnados o «preimpregnados». Tales materiales preimpregnados pueden incluir cinta unidireccional, o impregnada por una sola cara, o material de tela impregnado con una resina en
50 una forma de estadio B (no curado). La aplicación de calor a tales materiales preimpregnados puede hacer posible que las láminas del material se adapten más fácilmente a la forma del mandril 206 y, de forma más importante, ayuda a efectuar la consolidación de la estructura de láminas, que incluye múltiples láminas superpuestas de material, a medida que tal estructura se forma sobre el mandril 106.

Se aprecia que la aplicación de calor puede utilizarse para curar el miembro alargado 102 al formarse el mismo (lo que se denomina en ocasiones «curado sobre la marcha»). Sin embargo, la presente invención también contempla la capacidad de formar un miembro alargado 102 que está sustancialmente sin curar. En otras palabras, la presente invención incluye formar miembros alargados que no están curados significativamente más allá del estadio B de un material preimpregnado convencional (a lo que se hace referencia también, en ocasiones, como conformación de
60 estructuras o miembros «verdes»). La capacidad para formar componentes sin curar hace posible una flexibilidad

sustancial a la hora de formar y fabricar una estructura compuesta, incluyendo la capacidad de curar conjuntamente los miembros alargados con una película superficial de material compuesto correspondiente, como es a menudo deseable.

Puede también aplicarse un dispositivo de enfriamiento 124 al conjunto de carro 108 con el fin de enfriar el miembro alargado 102, el rodillo 116 o alguna otra herramienta o componente asociada con el aparato 100. El dispositivo de enfriamiento 124 puede incluir, por ejemplo, un enfriador de vórtice, un sistema para hacer circular un fluido de enfriamiento a través de una parte interior del rodillo 116, un enfriador criogénico o un sistema de múltiples fases que utiliza un condensador y un evaporador.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 2 y a las Figuras 3A-3D en combinación con la Figura 1, se ilustra en ellas la formación de un miembro alargado 102. En la Figura 2, la base 104 y el mandril 106 se han mostrado sin el conjunto de carro 108 para propósitos de claridad y conveniencia. La Figura 2 también muestra una pluralidad de rodillos 116A-116D que contactan con el miembro alargado 102 y con el mandril asociado 106 al menos de una manera parcialmente complementaria. Se aprecia que, si se utiliza el aparato 100 concreto mostrado y descrito con respecto a la Figura 1, cada rodillo 116A-116D puede ser acoplado individual y selectivamente con el conjunto de carro 108, y puesto en contacto con el miembro alargado 102 y con el mandril 106. En otras palabras, puede, en primer lugar, utilizarse un primer rodillo 116A con el conjunto de carro 108 y, a continuación, retirarse y reemplazarse por un segundo rodillo 116B. Los rodillos 116A-116D pueden ser secuencial y progresivamente intercambiados para llevar a efecto etapas intermedias de formación en el miembro alargado 102.

Por ejemplo, a la hora de formar un miembro alargado 102, pueden colocarse hojas de material (por ejemplo, material preimpregnado) sobre el mandril 106, y una sobre otra, de una manera por capas. El primer rodillo 116A puede ser entonces acoplado al conjunto de carro 108, configurado para entrar en contacto con el mandril 106, y hecho rodar a lo largo de la base 104 para formar una estructura intermedia 102A, o una estructura que exhibe una geometría en sección transversal intermedia, tomada en dirección sustancialmente transversal con respecto a la longitud de la misma, tal y como se muestra en la Figura 3A. El primer rodillo 116A puede ser entonces retirado del conjunto de carro 108, y puede acoplarse con él el segundo rodillo 116B. El segundo rodillo 116B entra en contacto con el mandril 106 y, a medida que el conjunto de carro 108 se mueve con respecto a la base 104, aplica una presión de rodadura a la primera estructura intermedia 102A para efectuar la formación de una segunda estructura intermedia 102B, tal y como se muestra en la Figura 3B. Similarmente, el tercer rodillo 116C puede ser utilizado para formar una tercera estructura intermedia 102C y el cuarto rodillo 116D puede utilizarse para formar una estructura final 102D, o la estructura que exhibe la geometría en sección transversal deseada, según se toma en dirección sustancialmente transversal con respecto a la longitud del miembro alargado 102.

En una realización, la formación del miembro alargado 102 puede ser llevada efecto siguiendo una pauta hoja por hoja. En otras palabras, la formación del miembro alargado 102 puede efectuarse conformando una primera hoja hasta obtener la geometría en sección transversal deseada (por ejemplo, aplicando la hoja al mandril 106 y haciendo pasar los rodillos 116A-116D sobre ella), aplicando una segunda hoja de material y conformando la segunda hoja de material hasta la geometría en sección transversal deseada, y de manera que se adapte a la primera hoja conformada. El acto de conformar la segunda o cualquier hoja subsiguiente mediante el uso de los rodillos 116A-116D también sirve para consolidar las hojas y reducir el volumen del miembro alargado 102. De este modo, la conformación y la reducción de volumen de la estructura alargada tienen lugar como un proceso sustancialmente continuo e interrelacionado.

En otra realización, pueden colocarse múltiples hojas sobre el mandril 106 y conformarse simultáneamente hasta una geometría en sección transversal deseada, al tiempo que también son consolidadas y reducidas en volumen. Así, por ejemplo, pueden colocarse dos o tres hojas de material sobre el mandril 106, y conformarse y consolidarse por medio de los rodillos 116A-116D, a lo que sigue la colocación de dos o tres hojas más de material sobre las hojas conformadas y la subsiguiente conformación de las mismas por los rodillos 116A-116D.

El uso de múltiples rodillos 116A-116D a la hora de formar secuencialmente estructuras intermedias 102A-102C y, en última instancia, la estructura final 102D, hace posible la manipulación del material (por ejemplo, hojas preimpregnadas) al tiempo que se impone una magnitud de tensión relativamente reducida al mismo, en comparación con el caso de que el miembro alargado se formase en una única operación o un único paso de un rodillo individual. Quizá de forma más importante, las múltiples capas de, por ejemplo, material preimpregnado que se utilizan para formar el miembro alargado quedan sustancialmente consolidadas y reducidas en su volumen durante la formación de las estructuras intermedias 102A-102C.

Se aprecia que puede utilizarse un número mayor o menor de rodillos a la hora de formar los miembros alargados, dependiendo, por ejemplo, del tipo de material que se esté utilizando, del número de hojas o capas de material que se estén utilizando para formar el miembro alargado 102, del número de hojas que estén siendo conformadas durante una operación dada, y/o de la forma en sección transversal deseada del miembro alargado 102 resultante. Similarmente, el cambio incremental en el tamaño de los rodillos puede ser ajustado dependiendo de parámetros similares.

Se aprecia también que, a la hora de formar estructuras intermedias, los rodillos 116A-116D son progresivos en sus geometrías respectivas. En otras palabras, el primer rodillo 116A contacta tan solo parcialmente con el mandril y con el material tendido sobre este, por cuanto las secciones exteriores 125A tan solo se extienden parcialmente hacia abajo por las paredes laterales 127 del mandril complementario 106. El segundo rodillo, aunque aún sigue estando tan solo parcialmente en contacto con el mandril 106, lo hace en mayor medida que lo hacía el primer rodillo 116A. Similarmente, el tercer rodillo 116C está configurado para contactar de forma más completa con el mandril 106 que lo que lo hace el segundo rodillo 116B. Por último, el cuarto rodillo 116D se ha configurado para contactar de forma sustancialmente completa con el mandril 106, de tal modo que sus secciones exteriores 125D se extienden completamente hasta abajo por las paredes laterales 127 del mandril 106.

La realización mostrada y descrita con respecto a las Figuras 1, 2 y 3A-3C incluye un mandril macho 106 y unos rodillos 116A-116D que exhiben una geometría hembra complementaria. Sin embargo, en otra realización, tal como se muestra en la Figura 4, puede utilizarse un mandril hembra 106' con una pluralidad de rodillos macho complementarios 116A'-116D', de tal manera que los rodillos 116A'-116D' presionan el material compuesto al interior del mandril hembra 106' para dar forma al miembro alargado 102. Como con la realización previamente descrita, los rodillos 116A'-116C' pueden ser utilizados secuencial y progresivamente para formar estructuras intermedias, de modo que el cuarto o último rodillo 116D' se utiliza para imponer la geometría en sección transversal final al miembro alargado 102 (o a hojas individuales del miembro alargado, tal y como se ha explicado anteriormente en esta memoria). Uno o más de los rodillos 116A'-116D' pueden incluir secciones de diámetro reducido 126, dispuestas extendiéndose lateralmente, para ayudar a formar las esquinas superiores 128 y las alas 130 o porciones que se extienden lateralmente del miembro alargado 102.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 5, se muestra en ella un aparato 200 para formar un miembro alargado 202, de acuerdo con otra realización de la presente invención. El aparato incluye una base móvil 204 que tiene una pluralidad de mandriles 206A-206C. Un conjunto de carro 208 está acoplado de forma móvil con un puente estacionario 210. El conjunto de carro 208 se ha configurado para desplazarse horizontalmente a lo largo del puente 210, como se indica por la flecha direccional 211. La base 204 se ha configurado también para desplazarse a lo largo de unos carriles 214 con respecto tanto al puente 210 como al conjunto de carro 208. La base 204 puede ser movida a lo largo de los carriles 214 por medio de un mecanismo de accionamiento 215 apropiado, tal como un motor y una caja de cambios. El movimiento de la base 204 a lo largo de los carriles 214 permite introducir diversas herramientas (esto es, bases de otras configuraciones) por debajo del puente 210 desde cualquiera de los extremos del mismo.

Un rodillo 216, configurado para contactar complementariamente con uno o más de los mandriles 206A-206C, puede ser acoplado de forma desmontable al conjunto de carro 208 y puede ser acoplado a un dispositivo de accionamiento 217, de tal manera que el rodillo 216 puede ser movido en la dirección sustancialmente vertical, según se indica por la flecha direccional 218. El rodillo 216 puede también haberse configurado para oscilar o rotar alrededor de un eje sustancialmente vertical, según se indica por la flecha direccional 219. La rotación del rodillo 216 alrededor del eje sustancialmente vertical puede llevarse a cabo, por ejemplo, permitiendo al rodillo oscilar libremente de manera tal, que siga generalmente el mandril (por ejemplo, el 206B con el que está en contacto, a medida que el conjunto de carro 208 se desplaza en la dirección de la flecha direccional 211. En otra realización, el dispositivo de accionamiento 217 puede ser utilizado para mover el rodillo 216 alrededor del eje sustancialmente vertical, como puede ser deseado.

Puede haberse configurado un mecanismo de accionamiento 220 para mover el rodillo 216 y su dispositivo de accionamiento 217 asociado, lateralmente con respecto a la base 204 y al puente 210, según se indica por la flecha direccional 222. La capacidad de controlar el movimiento del conjunto de carro 208 con respecto a la base 204 permite una flexibilidad considerable a la hora de formar los miembros alargados 202. Por ejemplo, puede utilizarse el mismo rodillo 216 para contactar, selectiva e independientemente, con cada uno de la pluralidad de mandriles 206A-206B.

De manera adicional, los miembros alargados 202 pueden conformarse con formas relativamente complejas, no solo por lo que respecta a sus geometrías en sección transversal, sino también con respecto a sus geometrías a lo largo de un eje longitudinal definido. Por ejemplo, la base 204 del aparato 200 presentemente descrito incluye una primera sección relativamente plana 224, una sección en pendiente 226 y una segunda sección relativamente plana 228, de tal manera que la sección en pendiente 226 está unida a las secciones planas adyacentes 224 y 228 por secciones transición curvas 230 y 232. Los mandriles 206A-206C se adaptan generalmente al contorno o geometría de la base 204. De esta forma, a medida que el conjunto de carro 208 se desplaza longitudinalmente según se ha indicado por la flecha direccional 211, el rodillo 216 ha de ser desplazado verticalmente según se ha indicado por la flecha direccional 218, a fin de que permanezca en contacto con un mandril correspondiente (por ejemplo, el 206B).

En otras realizaciones, los mandriles 206A-206C pueden desviarse lateralmente con respecto a la dirección longitudinal de la base 204 (esto es, en la dirección indicada por la flecha direccional 222). Tales geometrías complejas pueden ser encajadas por la presente invención a través de los diversos grados de libertad ofrecidos por

la disposición mostrada. Se aprecia que, en una realización, el rodillo 216 puede ser acoplado a un muñón 234 que permite variar el eje sobre el que rota el rodillo 216. De esta forma, el rodillo 216 puede ser capaz de permanecer en contacto sustancial con un mandril (por ejemplo, el 206B) incluso si el mandril 206B exhibe una torsión o rotación con respecto a su eje longitudinal, y, con ello, permitir la formación de miembros alargados 202 que exhiben una torsión similar con respecto a sus ejes longitudinales respectivos.

A la hora de formar miembros alargados 202 con el aparato 200 anteriormente descrito, el rodillo 216 puede hacerse funcionar de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto a las Figuras 1, 2, 3A-3C y 4. En otras palabras, pueden formarse estructuras intermedias utilizando una pluralidad de rodillos en etapas (por ejemplo, rodillos que progresivamente cambian de forma para contactar progresivamente con mandriles 206A-206C asociados). Adicionalmente, los mandriles 206A-206C pueden ser componentes macho o hembra, y los rodillos 216 correspondientes haberse formado para complementar tales mandriles según sea necesario o se desee. También, el miembro alargado 202 puede formarse conformando hojas individuales una de cada vez, o bien conformando una pluralidad de hojas de forma simultánea.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 6, se muestra en ella un aparato 300 para formar miembros alargados 302, de acuerdo con otra realización de la presente invención. El aparato incluye una base 304 que tiene una pluralidad de mandriles 306A-306D montados o emplazados sobre la misma. Un puente susceptible de ser colocado 310 (o conjunto de carro) está acoplado de forma movable con la base 304 y se ha configurado para moverse, por ejemplo, en una dirección longitudinal según se indica por la flecha direccional 311, con respecto a la base 304. Asociado con cada mandril 306A-306D, existe un dispositivo 312A-312D para disponer y formar una pluralidad de hojas de material compuesto sobre el mismo. Los dispositivos 312A-312D pueden incluir, cada uno de ellos, un dispositivo de dispensación de material automatizado, configurado para dispensar, por ejemplo, hojas de tela o material de cinta, así como uno o más rodillos para conformar las hojas de material compuesto hasta obtener una geometría en sección transversal deseada.

Tal dispositivo de dispensación automatizado puede incluir mecanismos de corte, de abrazamiento y de partida tales, que las hojas individuales pueden dejarse caer y añadirse sobre la marcha, según se desee o requiera dependiendo de la configuración del miembro alargado 302 que esté siendo formado. Adicionalmente, un dispositivo de dispensación automatizado puede incluir un mecanismo para mantener la tracción sobre la hoja de material según esta está siendo dispensada sobre un mandril 306A-306D. La aplicación de tracción a la hora de material puede ser deseable para evitar el desarrollo de cualesquiera arrugas en el material conforme se están formando los miembros alargados 302. En una realización proporcionada a modo de ejemplo, puede aplicarse una fuerza de entre aproximadamente 8,9 y 66,7 newton (N) (entre aproximadamente 2 y 15 libras-fuerza (lbf)) a las hojas de material conforme estas se están disponiendo sobre los mandriles 306A-306D.

Cada dispositivo 312A-312D puede incluir, de manera adicional, dispositivos de accionamiento o mecanismos de impulsión asociados con el fin de mover los dispositivos 312A-312D con respecto a la base 304, y para aplicar presión, por medio de un rodillo asociado, a cualquier material dispuesto sobre los mandriles 306A-306D. Cada dispositivo 312A-312D puede ser programado para formar elementos de aporte de rigidez idénticos o para formar elementos de aporte de rigidez diferentes, dependiendo de la configuración individual de los mandriles 306A-306D montados sobre la base 304.

Haciendo referencia a la Figura 7, se muestra en ella un dispositivo individual 312B colocado por encima de su mandril correspondiente 306B, sin el puente 310 asociado (Figura 6), por claridad a la hora de describir el funcionamiento del dispositivo 312B. El dispositivo incluye un dispensador de material automatizado 320 que incluye una pluralidad de dispensadores 322A-322D de hojas para dispensar y disponer hojas de material compuesto sobre el mandril 306B. Se aprecia que los dispensadores 322A-322D de hojas pueden haberse configurado para dispensar hojas de material compuesto, tales como cinta o tela preimpregnada, que varían en anchura. Utilizando hojas de material de semejante variedad de anchuras, el miembro alargado 302B puede ser configurado de un modo tal, que exhibe un espesor mayor (esto es, mediante la inclusión de más hojas) en una porción del miembro alargado 302B que en otra.

Por ejemplo, haciendo referencia, brevemente, a la Figura 8A, en combinación con la Figura 7, el primer dispensador 322A de hojas puede haberse configurado para dispensar una hoja 330A que se extiende a su través en toda la «anchura» o extensión de la geometría en sección transversal del miembro alargado. Otro dispensador 322C de hojas puede dispensar una hoja 330C que únicamente se extienda a través de la porción lateral superior 332 (por ejemplo, la tapa) de la geometría en sección transversal del miembro alargado. De esta forma, el miembro alargado 302B puede diseñarse y particularizarse con respecto a la colocación de la hoja o material de acuerdo con las cargas esperadas y las tensiones que se le aplican, incrementando o reduciendo el número efectivo de hojas en una sección o porción dada del mismo. Se aprecia, adicionalmente, que pueden configurarse las hojas individuales de material de manera que exhiban sustancialmente cualquier orientación (u orientaciones) deseada de las fibras, según pueda necesitarse de acuerdo con las cargas y los estados de tensión esperados del miembro alargado 302B. De esta forma, por ejemplo, puede hacerse una primera hoja de un material que exhibe una orientación de las fibras a 0°, una segunda hoja puede incluir un material que exhibe una orientación de las fibras a 45°, y así

sucesivamente. Por supuesto, pueden utilizarse otras orientaciones de las fibras y otras configuraciones de las hojas. La capacidad de orientar selectivamente de semejante manera las fibras constituye una ventaja significativa sobre otros procedimientos de formación, tales como la pultrusión.

Haciendo referencia, brevemente, a la Figura 8B, en combinación con la Figura 7, otra realización puede incluir hojas 330E-330H que exhiben anchuras similares entre ellas pero que están escalonadas o desplazadas lateralmente unas con respecto a otras. El miembro alargado resultante 302B' tiene, por tanto, una configuración en escalones en un flanco lateral del mismo, y una imagen invertida de la configuración en escalones en el flanco lateral opuesto del mismo. Semejante configuración hace posible el bloqueo mutuo de múltiples miembros alargados 302B' en una relación de posiciones lado con lado, si así se desea. La configuración escalonada o en escalones puede formarse por medio del control apropiado de los dispensadores 322A-322D de hojas, tal como, por ejemplo, desplazando lateralmente un dispensador de hojas (por ejemplo, el 322A) con respecto a otro (por ejemplo, el 322B).

En otra realización, pueden utilizarse uno o más dispositivos de corte 341 de borde de hoja para recortar el borde (o bordes) de cualquier hoja 330A-330H (Figuras 8A y 8B) dispensada sobre un mandril 306A-306C asociado. Tal dispositivo de corte 341 puede incluir una cuchilla, un filo rodante, un láser u otros medios de corte apropiados configurados para recortar el borde de una hoja 330A a una anchura o posición lateral deseada, conforme el puente 310 (no mostrado en la Figura 7) se mueve longitudinalmente con respecto a un mandril 306A-306C.

Aún con referencia a la Figura 7, el dispositivo individual 312B también incluye un dispositivo de conformación 340. El dispositivo de conformación 340 puede incluir una pluralidad de rodillos 342 configurados para, al menos parcialmente, contactar de forma complementaria con el mandril 306B y, con ello, formar secuencialmente, de una manera sustancialmente continua, la geometría en sección transversal deseada del miembro alargado 302B. Los rodillos 342 pueden ser acoplados individualmente a uno de una pluralidad de dispositivos de accionamiento 344, tales como, por ejemplo, cilindros hidráulicos o neumáticos, de tal manera que puede aplicarse presión a través de los rodillos conforme estos pasan sobre la pluralidad de hojas de material tendidas sobre el mandril 306B. Así, pues, en lugar de intercambiar los rodillos que pasan sobre un mandril asociado en pasos individuales, tal como se ha descrito anteriormente con respecto a otras realizaciones, la pluralidad de rodillos 342 pueden ser combinados en una única unidad para seguirse unos a otros de forma inmediata a lo largo del mandril 306B en el curso de un único paso, a fin de formar la geometría en sección transversal deseada del miembro alargado 302 o de una o más hojas del mismo.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 9, se muestra en ella un aparato 400 para formar miembros alargados 402, de acuerdo con aún otra realización de la presente invención. Si bien no se muestra para propósitos de conveniencia y claridad, el aparato 400 puede incluir diversos componentes, tal como se ha descrito en lo anterior, incluyendo una base, un puente y/o un conjunto de carro, los cuales son movibles relativamente unos con respecto a otros. El aparato puede también incluir, por ejemplo, un dispositivo de dispensación de material automatizado para disponer una pluralidad de hojas de material compuesto sobre el mandril 404.

El aparato 400 incluye una pluralidad de rodillos 406 (identificados individualmente como rodillos 406A-406E), cada uno de los cuales se ha configurado para contactar con una porción específica del mandril 404 (o las hojas de material tendidas sobre este) con el fin de formar una geometría en sección transversal deseada. Por ejemplo, un primer rodillo 406A puede haberse configurado para presionar las hojas de material dispuestas sobre la superficie superior del mandril 404. Un conjunto de rodillos 406B puede haberse configurado para conformar las hojas de material en torno a las esquinas exteriores del mandril macho 404. Otro conjunto de rodillos 406C puede haberse configurado para presionar las hojas de material contra los lados del mandril 404. Un conjunto adicional de rodillos 406D puede haberse configurado para presionar las hojas de material dentro de las esquinas interiores del mandril 404, y un último conjunto de rodillos 406E puede haberse configurado para presionar las hojas de material contra las porciones que se extienden lateralmente del mandril 404. De esta forma, la pluralidad de rodillos 406 trabajan colectivamente para conformar de forma sustancialmente continua un miembro alargado 402 con una geometría en sección transversal deseada, sobre el mandril 404.

Haciendo referencia, brevemente, a la Figura 10, se muestra en ella otra realización del aparato 400', similar a la mostrada y descrita con respecto a la Figura 9, a excepción de que el mandril 404' se ha configurado como un mandril hembra y los rodillos 406' se han configurado de manera que contactan con porciones específicamente identificadas del mismo, a fin de conformar el miembro alargado 402.

Haciendo referencia, brevemente, a la Figura 11, cualquiera de los aparatos anteriores puede acoplarse operativamente con un controlador 500, el cual puede incluir, por ejemplo, una computadora que tiene un procesador 502, un dispositivo de memoria 504, uno o más dispositivos de entrada 506 y uno o más dispositivos de salida 508. Tal controlador puede ser programado para controlar el aparato asociado 100, 200, 300 y 400 tal como, por ejemplo, utilizando programación por control numérico por computadora (CNC –“computer number control”–). El controlador 500 puede haberse configurado para controlar las posiciones relativas de, por ejemplo, la base, el conjunto de carro, el puente y los dispositivos de rodillo de los diversos aparatos referidos en esta memoria,

incluyendo lo que puede denominarse como posiciones y orientaciones vertical, de guiñada, de balanceo y de cabeceo de los rodillos de un aparato dado. El controlador 500 puede haberse configurado para controlar no solo la posición vertical del rodillo con respecto al mandril con el que está destinado a contactar el rodillo, sino también la magnitud de la presión o fuerza aplicada por el rodillo al mandril o a las una o más hojas de material tendidas sobre él. Por otra parte, el controlador 500 puede haberse configurado para controlar la cantidad de calor que está siendo aplicada al mandril o a las hojas de material asociadas, la posición del material con respecto al mandril, así como el abrazamiento, corte y partida del material que está siendo suministrado desde un dispensador de material automatizado.

Si bien las realizaciones antes descritas se han explicado ampliamente utilizando el ejemplo de materiales preimpregnados individuales que son extendidos sobre mandriles asociados, se aprecia que es posible utilizar materiales de fibra no impregnada, de modo que tales materiales son tendidos sobre un mandril asociado al tiempo que se infunden o impregnan, de manera sustancialmente simultánea, las hojas de material con una resina o agente aglomerante apropiado. Por ejemplo, haciendo referencia, a continuación, a las Figuras 12A y 12B, un mandril 600 puede haberse formado como una estructura perforada que tiene una pluralidad de orificios 602 o aberturas definidas en ella. Conforme las hojas de material 604 son tendidas sobre el mandril 600, uno o más rodillos 606 pueden, de forma complementaria, contactar con el mandril 600 para conformar las hojas hasta obtener una geometría en sección transversal deseada, según se ha descrito anteriormente en esta memoria. Adicionalmente, una o más boquillas pulverizadoras 608 u otros dispositivos de deposición pueden infundir resina o agente aglomerante al seno de las hojas dispuestas y conformadas, a fin de formar una estructura preimpregnada conformada. El miembro alargado resultante puede haberse curado parcialmente, o curado hasta un estadio B, de tal modo que el miembro alargado puede, de forma subsiguiente, ser curado conjuntamente con una estructura de material compuesto asociada, en un momento posterior.

Se aprecia que las diversas realizaciones ilustrativas de la invención anteriormente descrita en la presente memoria han mostrado, generalmente, un ejemplo de geometría en sección transversal a modo de un sombrero, o la formación de un miembro alargado como un canal en sombrero. Se contempla, sin embargo, que la presente invención pueda ser utilizada para formar miembros alargados de otras geometrías en sección transversal. Por ejemplo, puede formarse al menos un canal en C según se ilustra en la Figura 13A; puede formarse al menos un ángulo estructural (o, similarmente, una sección transversal en forma de J o en forma de L) según se ilustra en la Figura 13B; puede formarse un miembro estructural que presenta al menos una sección arqueada como se ilustra en la Figura 13C, que también puede incluir bridas para conformar una forma en omega si así se desea; pueden formarse una pluralidad de formas de sección transversal arqueada en un único miembro estructural, según se muestra en la Figura 13D; o bien pueden formarse una pluralidad de ángulos estructurales en un único miembro estructural, tal y como se muestra en la Figura 13E. También, diversas características de tales geometrías de sección transversal pueden combinarse según se desee, dependiendo, por ejemplo, de las cargas esperadas que experimentará semejante miembro alargado.

Haciendo referencia, a continuación, a las Figuras 14A y 14B, se muestra en ellas un sistema 700 que incluye un controlador 500 en comunicación con, y acoplado operativamente a, un aparato 701 para formar un miembro alargado 702 (Figura 17A) que exhibe una porción curva o arqueada a lo largo de la longitud del mismo. El aparato 701 incluye una base 704 que tiene una pluralidad de mandriles 706A-706D emplazados sobre la misma. El aparato 701 incluye, adicionalmente, un puente 708 y un conjunto de carro 710 acoplado de forma movable al puente 708. Por ejemplo, el puente 708 puede incluir una o más correderas 712 que están acopladas operativamente a unos cojinetes (no mostrados) asociados con el conjunto de carro 710, de tal manera que el conjunto de carro 710 puede moverse con respecto al puente 708 según se indica por la flecha direccional 714.

La base 704 puede incluir una mesa rotatoria 716 configurada para rotar alrededor de un eje definido 718, con respecto al puente 708 y al conjunto de carro 710. Un motor 720 u otro dispositivo de accionamiento puede haberse configurado operativamente para hacer rotar la mesa rotatoria 716 con respecto a una porción de soporte 722 de la base 704. Conforme la mesa rotatoria 716 rota, el conjunto de carro 710, conjuntamente con sus componentes asociados, puede moverse con respecto al puente 708 (esto es, en la dirección indicada por la flecha direccional 714) con el fin de seguir la posición de los mandriles 706A-706D a medida que cada mandril 706A-706D pasa secuencialmente bajo él. El conjunto de carro 710 puede haberse configurado para seguir de forma activa la posición de un mandril 706A-706D que pasa bajo él, tal como mediante el uso del controlador 500 y del dispositivo de accionamiento acoplado al conjunto de carro 710. En otra realización, el conjunto de carro 710 puede haberse configurado para seguir de forma pasiva la posición de un mandril 706A-706D que pasa bajo él, tal como mediante el contacto de uno o más componentes de un dispositivo de conformación 726 con los mandriles 706A-706D, como se hará evidente a través de la subsiguiente explicación de tal dispositivo de conformación 726.

Es de apreciar que, si bien la realización proporcionada a modo de ejemplo que se ha descrito con respecto a la Figura 14, se ha descrito de manera que incluye una mesa rotatoria 716 que rota alrededor de un eje definido 718 con respecto al puente 708 y al conjunto de carro 710, se contempla el uso de otras realizaciones en combinación con la presente invención. Por ejemplo, la base 704 puede incluir una mesa no rotatoria, en tanto que el conjunto de carro 710 y el puente 708, o estructuras similares, se han configurado para moverse con respecto a la mesa tal

como por rotación alrededor de un eje definido 718.

Se aprecia también no es necesario que los mandriles 706A-706D exhiban un radio de curvatura constante a todo lo largo de sus respectivas longitudes. Es también de apreciar que cada mandril 706A-706D puede exhibir una longitud, radio de curvatura u otra característica geométrica diferente de cualquiera de los demás mandriles.

Un dispositivo 724 de dispensación de material y un dispositivo de conformación 726 están acoplados con el conjunto de carro 710. A medida que la mesa rotatoria 716 rota con respecto al puente 708, el dispositivo 724 de dispensación de material está configurado para colocar una o más hojas de material sobre los mandriles 706A-706D. Los dispositivos de conformación 726 pueden incluir una pluralidad de rodillos 728 acoplados a unos dispositivos de accionamiento 730 y configurados para conformar las hojas de material colocadas sobre los mandriles 706A-706D.

Haciendo referencia, por ejemplo, al esquema mostrado en la Figura 15A, se muestra en él un funcionamiento proporcionado a modo de ejemplo del dispositivo 724 de dispensación de material y del dispositivo de conformación 726. Un material 740 (por ejemplo, una hoja de tela preimpregnada) es suministrado desde un rodillo de suministro y tensor 742, y sobre un rodillo de redireccionamiento 744, al ser impulsado por un par de rodillos alimentadores 746. El material 740 pasa más allá de un dispositivo de corte 748 que puede ser utilizado para cortar el material con una longitud o anchura especificada, o ambas, tal y como se ha descrito anteriormente en esta memoria con respecto a otras realizaciones de la presente invención. El material 740 es entonces dispuesto sobre una porción de un mandril 706A por parte de un rodillo impregnador 750.

Se aprecia que el rodillo impregnador 750 (y los rodillos subsiguientes con que se encuentra el material 740) se muestra en una primera vista en alzado, de manera que una segunda vista en alzado, rotada, se ha representado inmediatamente bajo esta para proporcionar una comprensión adicional del modo como el material 740 está siendo conformado por la interacción de varios rodillos con el material 740 y con el mandril subyacente 706A.

El dispositivo de conformación 726 incluye una pluralidad de rodillos 728A-728D que se utilizan para conformar y reducir en volumen el material 740 dispuesto sobre el mandril 706A (o sobre hojas de material previamente conformadas dispuestas sobre el mandril 706A). De esta forma, por ejemplo, un primer rodillo 728A contacta con el mandril 706A para adaptar generalmente el mandril 740 a la forma del mandril 706A. En segundo lugar, puede utilizarse un conjunto de rodillos 728B para presionar el material contra las paredes laterales 754 del mandril 706A. Si se desea, esto puede llevarse a cabo con múltiples conjuntos de rodillos 728B que trabajan desde la parte superior del mandril 706A hasta la parte inferior, según se ha representado en las vistas en alzado rotadas de los rodillos 728B. Puede utilizarse otro conjunto de rodillos 728C para presionar el material 740 al interior de las esquinas inferiores 756 del mandril 706A. Puede utilizarse una escobilla frotadora 758 para ayudar a tirar de las arrugas y eliminarlas del material, en una o más posiciones intermedias entre los rodillos 728A-728D. Por último, puede utilizarse un conjunto de rodillos 728D para presionar y conformar los miembros de brida del miembro alargado 702.

Se aprecia que el procedimiento para formar el miembro alargado 702 incluye formar, conformar y reducir en espesor el material 740 de dentro afuera. En otras palabras, el rodillo impregnador 750 aplica presión al mandril 706A y al material 740 dispuesto sobre este en el centro, de manera que subsiguientes rodillos 728A-728D aplican, cada uno de ellos, secuencialmente presión en una posición más hacia los bordes exteriores del material 740. Tal procedimiento se ha determinado que es eficiente y eficaz a la hora de eliminar las arrugas y los espacios de aire comprendidos entre hojas estratificadas de material, por lo que se produce un miembro de material compuesto altamente consolidado y reducido en su volumen.

Puede existir un rodillo de recogida 760 asociado con el dispositivo de conformación 726 (o acoplado independientemente con el conjunto de carro 710) para recoger un material portador 762 (al que se hace referencia también como respaldo), que puede estar dispuesto sobre una superficie de, por ejemplo, un material preimpregnado utilizado para formar el miembro alargado 702. El material portador 762, que puede incluir un material polimérico adecuado, no solo evita que el material preimpregnado se adhiera consigo mismo cuando se encuentra en una forma enrollada (esto es, tal como cuando está en el rodillo de suministro y tensor 742), sino que también puede permanecer sobre el material 740 mientras el material está siendo conformado, formado y reducido en su volumen, de manera que los diversos rodillos 750 y 728A-728D no se adhieran al material 740 o recojan y acumulen resina de una superficie del mismo. Adicionalmente, la presencia de tal material portador 762 puede servir para proteger el material 740 que se utiliza para formar un miembro alargado 702, cuando los diversos rodillos presionan y frotan contra el material 740 durante la formación de cada miembro alargado 702.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 15B, se muestran en ella detalles adicionales del primer rodillo 728A, el cual puede ser también descrito como un rodillo rascador. Se aprecia que, si bien el primer rodillo 728A de la realización presentemente descrita se ha descrito como un rodillo rascador, otros rodillos distintos o adicionales (por ejemplo, los 728B-728D) pueden haberse configurado como rodillos rascadores si así se desea.

El rodillo rascador 728A puede incluir dos mitades 800A y 800B de rodillo acopladas a un árbol 802. El árbol 802

puede estar acoplado al conjunto de carro 710, y un dispositivo de accionamiento u otro mecanismo de aplicación de fuerza (no mostrado en la Figura 15B) puede haberse configurado para presionar el rodillo rascador 728A sobre el mandril 706A, como se indica por las flechas direccionales 804. Las dos mitades 800A y 800B de rodillo se han configurado para ser desplazadas axialmente a lo largo del árbol 802 (esto es, a lo largo del eje 806 del árbol 802).
 5 Un dispositivo de accionamiento o mecanismo de aplicación de fuerza 808 se encuentra asociado con cada mitad 800A y 800B de rodillo y está configurado para cargar cada mitad 800A y 800B de rodillo hacia los lados de las paredes laterales 754 del mandril 706A, tal como se indica por las flechas direccionales 810. El mecanismo de aplicación de fuerza 808 puede incluir, por ejemplo, un resorte, un dispositivo de accionamiento hidráulico o un mecanismo de accionamiento neumático.

10 Además de la facultad de particularizar la magnitud de la fuerza que se está aplicando a las paredes laterales 754 del mandril 706A, la configuración del rodillo rascador 728A también permite la producción de miembros alargados 702 que exhiben geometrías en sección transversal variadas. Por ejemplo, haciendo referencia brevemente a la Figura 15C, un miembro alargado 702" puede presentar una geometría en sección transversal variable, tal, que la superficie superior, o tapa 813, se hace más ancha a medida que uno se desplaza a lo largo de un eje longitudinal 811 del miembro alargado 702". Tal miembro alargado 702" podría utilizarse, por ejemplo, como larguero de ala en la construcción del ala de un avión.

15 Como se observa en la Figura 15C, las dos mitades 800A y 800B de rodillo se encuentran en una primera posición axial con respecto al árbol 802 cuando el rodillo rascador 728A está en una primera posición longitudinal 812 con respecto al miembro alargado 702". Sin embargo, las dos mitades 800A y 800B de rodillo son desplazadas a una segunda posición axial con respecto al árbol 802 cuando el rodillo rascador 728A se encuentra en una segunda posición longitudinal 814 con respecto al miembro alargado 702" (de tal modo que el rodillo rascador 728A se muestra en línea discontinua en la segunda posición longitudinal 814). La configuración del rodillo rascador 728A hace posible a las dos mitades 800A y 800B de rodillo mantener el contacto con las paredes laterales del miembro alargado 702" (y con el mandril subyacente) y mantener una magnitud deseada de fuerza contra ellas con independencia del cambio en la geometría en sección transversal (por ejemplo, el cambio de anchura de la tapa 813).

20 Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 15D, el esquema muestra un detalle adicional de la interacción del rodillo rascador 728A con el mandril 706A (o, más particularmente, con el material 740 dispuesto sobre el mandril 706A). A medida que el rodillo rascador 728A se desplaza con respecto al mandril 706A en la dirección indicada por la flecha direccional 820, una mitad 800A de rodillo (mostrada en línea discontinua por claridad) rota alrededor de un eje 806 en el sentido indicado por la flecha direccional 822. La mitad 800A de rodillo puede haberse conformado, según se lleva a cabo por la fuerza del rodillo rascador 728A, se inicia en una posición deseada y está limitado a un área superficial deseada. Por ejemplo, a medida que rota el rodillo 800A, hace que el material 740 sea inicialmente presionado contra la superficie del mandril 706A en la posición de presión 824. La posición de esta presión inicial del material 740 contra el mandril 706A, tomando en consideración la rotación del rodillo rascador 728A, hace que el rodillo rascador 728A tire efectivamente del material 740 hacia abajo, sobre el mandril 706A. Es más, el área superficial del contacto efectuado por el rodillo rascador puede limitarse a un área definida 826, tal como la mostrada por el sombreado cruzado en la Figura 15D. El rodillo rascador 728A rasca o barre de manera eficaz contra el material 740 en el área definida 826, a fin de presionar y conformar más eficazmente el material 740 conforme este es presionado contra el mandril 706A. El área limitada del contacto efectuado por el rodillo rascador también evita que el rodillo rascador 728A levante el material 740 hacia arriba y en alejamiento del mandril 706A, conforme el rodillo rascador 728A continúa rotando (tal como en el área generalmente indicada por la referencia 828).

25 Se aprecia que la posición inicial de la presión o contacto entre el material 740 y el mandril 706A, efectuado por el rodillo rascador 728A, puede ser determinada por la forma, el contorno y la colocación del rodillo rascador 728A con respecto al mandril 706A. Por ejemplo, haciendo referencia brevemente, de nuevo, a la Figura 15B, la superficie 830 de cada mitad 800A y 800B de rodillo que contacta con las paredes laterales 754 del mandril 706A (o del material dispuesto sobre este), puede haberse configurado para exhibir una superficie sustancialmente rectilínea (tal y como se muestra en vista en planta), o bien puede presentar una superficie curva o arqueada convexa con el fin de controlar adicionalmente el área y la posición de contacto así como la presión efectuada por el rodillo rascador 728A.
 30 En otra realización ejemplar, dependiendo, por ejemplo, de la geometría en sección transversal real de un miembro alargado 702, el rodillo rascador 728A puede haberse configurado de tal manera que cada mitad 800A y 800B de rodillo se acople a un árbol independiente, y cada árbol puede estar sesgado o formando un ángulo con respecto al eje 806 del árbol mostrado en cualquiera de las Figuras 15B y 15C, a fin de controlar el área superficial del contacto por parte del rodillo rascador 728A.

35 Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 16A, en una realización proporcionada a modo de ejemplo, un dispositivo 724' de dispensación de material puede incluir múltiples dispensadores 724A-724C, cada uno de ellos configurado para dispensar selectivamente una hoja individual de material 740A, 740B o 740C sobre un mandril 706A. Cada uno de los dispensadores 724A-724C puede incluir un rodillo de suministro y tensor 742A-742C, un rodillo de redireccionamiento 744A-744C, rodillos alimentadores 746A-746C, dispositivos de corte 748A-748C y

rodillos seguidores 750A-750C.

Cada dispensador 724A-724C del dispositivo 724' de dispensación de material puede incluir una fuente de suministro de material que exhibe características diferentes de las de las otras fuentes de suministro de material. Por ejemplo, el primer dispensador 724A puede incluir una hoja de material 740A que exhibe una orientación de las fibras a 0°, el segundo dispensador 724B puede incluir un material 740B que exhibe una orientación de las fibras a 45°, y el tercer dispensador 724C puede incluir un material 740C que exhibe un ángulo de las fibras diferente de las incluidas en los primer y segundo dispensadores 724A y 724B. En otra realización, la anchura o el espesor del material pueden variar de un dispensador a otro. Otra realización proporcionada a modo de ejemplo puede incluir diferentes tipos de calidades del material en cada dispensador 724A-724C. Semejante configuración proporciona una flexibilidad y una eficiencia considerables a la hora de formar miembros alargados 702 que constituyen conjuntos complejos de numerosas hojas de materiales diversos. Por ejemplo, si, como se muestra en la Figura 15A, se utiliza tan solo un único dispositivo 724 de dispensación de material, puede tener que cambiarse con frecuencia el material 740 del rodillo de suministro y tensor 742 con el fin de acomodar material 740 que tenga diferentes orientaciones de las fibras u otras características diversas.

Haciendo referencia brevemente a la Figura 16B, se muestra en ella otra realización de un dispositivo 724'' de dispensación de material que incluye una pluralidad de rodillos de suministro y tensores 742A-742C, cada uno de los cuales dispensa una hoja de material 740A-740C que pasa en torno a unos rodillos de direccionamiento asociados 744A-744C conforme es impulsada por unos rodillos de alimentación asociados 746A-746C. Tras los rodillos de alimentación 746A-746B, cada una de las hojas de material 740A-740C puede hacerse pasar selectivamente sobre un rodillo de redireccionamiento común 768 y a través de un dispositivo de corte común 748, y tenderse sobre un mandril 706A con la ayuda de un rodillo impregnador común 750. De esta forma, a través del control independiente de los rodillos de alimentación 746A-746C, las hojas de material 740A-740C pueden ser individual y selectivamente suministradas a través del dispositivo de corte 748 y hacia el rodillo impregnador 750, para ser dispuestas sobre un mandril. Al igual que con la realización descrita con respecto a la Figura 16A, cada hoja de material 740A-740C puede exhibir una característica diferente de las demás, ya sea la orientación de las fibras, ya sean las dimensiones del material, la composición del material o alguna otra característica.

En otras realizaciones, el dispositivo 724'' de dispensación de material puede haberse configurado para dispensar materiales de relleno tales como, por ejemplo, adhesivos de relleno o pequeños miembros de relleno conocidos por las personas con conocimientos ordinarios de la técnica como «noodles», o cordones. Tal material de relleno puede ser utilizado, por ejemplo, en el caso de que se haya configurado un aparato para unir dos estructuras alargadas conformadas con formas de C en una disposición de parte trasera con parte trasera, a fin de formar una viga en I. Como se constata por las personas con conocimientos ordinarios de la técnica, tal construcción a menudo deja un pequeño rebaje a lo largo del borde de la línea de juntura entre los dos miembros, que, deseablemente, se rellena, por ejemplo, con un cordón.

Similarmente, el dispositivo de dispensación de material puede haberse configurado para tender otros materiales, incluyendo, por ejemplo, materiales de aporte de adherencia o materiales de ahuecamiento. Los materiales de aporte de adherencia pueden disponerse en hojas individuales del material 740 con el fin de mejorar la adherencia entre hojas adyacentes. Los materiales de ahuecamiento pueden disponerse sobre un mandril 706A antes de la dispensación de una hoja de material 740 para la liberación subsiguiente de un miembro alargado 702 con respecto al mandril 706A. De esta forma, en algunos casos, puede ser deseable aplicar una nueva capa de material de ahuecamiento sobre el mandril antes de la fabricación de un nuevo miembro alargado 702.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 17A, se muestra en ella un miembro alargado 702 que puede haberse formado mediante el uso del aparato descrito con respecto a las Figuras 14A, 14B y 15A-15D. El miembro alargado 702 está generalmente curvado o arqueado en toda su longitud. Como se ha hecho notar anteriormente en esta memoria, no es necesario que el miembro alargado y curvo o arqueado 702 presente un radio constante en toda su longitud de arco. De hecho, la presente invención contempla la fabricación de miembros alargados 702 que exhiben múltiples curvas y diversas formas geométricas. Aún haciendo referencia a la Figura 17A, el miembro alargado se ha estructurado de tal manera que exhibe un primer radio de curvatura R1 a lo largo de un primer borde 770 del miembro alargado 702 y un segundo radio de curvatura R2 a lo largo de un segundo borde 772 del miembro alargado 702, de tal modo que el segundo radio de curvatura R'' es mayor que el primer radio de curvatura R1. Tal configuración plantea un problema particular a la hora de fabricar el miembro alargado 702, puesto que las hojas de material (por ejemplo, el material 740 de la Figura 15A) que se están dispensando desde un rodillo de suministro y tensor 742 exhiben, generalmente, bordes rectos en sentido descendente en cada lado de las mismas. Así, conforme el material 740 es colocado sobre un mandril curvo 706A, tiende a apelmazarse o arrugarse a lo largo de un primer borde 770 o, más concretamente, el borde que presenta un radio de curvatura más pequeño.

A fin de evitar el arrugamiento del material 740 (Figura 15A), puede aplicarse una magnitud deseada de tracción al material 740 conforme este se está aplicando al mandril 706A (Figura 15A). De esta forma, por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 18, en combinación con las Figuras 15 y 17A, el dispositivo de dispensación de material 724 puede ser configurado para aplicar tracción al material 740 en una dirección que es tangencial al mandril 706A o

forma un ligero ángulo de desvío de la tangente con respecto a este, en el punto en que el material 740 está siendo colocado sobre el mismo. Considerando, por ejemplo, que la línea tangente está a 90° con respecto a una línea central radial 796 del mandril 706A, en una realización, puede aplicarse tracción (según se indica por la flecha direccional 774) en un ángulo de entre aproximadamente 89° y 91° con respecto a la línea central radial 796. Tal tracción puede ser aplicada, por ejemplo, restringiendo o controlando de otro modo la rotación del rodillo de suministro y tensor 742 (Figura 15A) a medida que el material 740 está siendo dispensado desde el mismo. Por ejemplo, puede impartirse una magnitud de resistencia deseada al rodillo de suministro y tensor 742 a media que el material 740 es suministrado desde el mismo y mientras el conjunto de carro 710 y la mesa rotatoria 716 se mueven el uno con respecto a la otra, de lo que resulta tracción en el material dispensado 740.

Considerando el uso de un material preimpregnado tejido como la hoja de material 740 que está siendo dispensada, la aplicación de tracción al material 740 conforme este se dispone sobre el mandril 706A y es subsiguientemente conformado por el dispositivo de conformación 726, hace que el material 740 se estire a lo largo del radio de curvatura más grande (por ejemplo, el R2 en la Figura 17A), al tiempo que evita que se formen arrugas a lo largo del radio de curvatura más pequeño o adyacentemente a este (por ejemplo, el R1 en la Figura 17A).

En otras palabras, puede ser desarrollado un gradiente de tracción a través de la anchura del material 740 conforme este es dispensado y formado sobre el mandril 706A. Por ejemplo, puede ser desarrollado un gradiente de tracción en el material 740 que se utiliza para formar el miembro alargado 702 de un modo tal, que la tracción se encuentre en un mínimo (que puede ser casi cero en algunos casos) en el borde lateral que exhibe el radio de curvatura más pequeño (por ejemplo, el R1), al tiempo que la tracción se encuentre en un máximo en el borde lateral del material que exhibe el radio de curvatura más grande (por ejemplo, el R2). No es necesario que el gradiente sea estrictamente un gradiente lineal desde uno de los bordes del material 740 hasta el otro. La trama del material 740 puede determinar, en parte, la magnitud de estiramiento que puede ser absorbido por el tejido y la magnitud de la fuerza que es necesario aplicar al tejido, dependiendo de lo que «dé de sí» el material, según se determine por la trama particular del tejido.

En una realización proporcionada a modo de ejemplo, puede aplicarse una fuerza de entre aproximadamente 133,4 N y 177,9 N (entre aproximadamente 30 lbf y 40 lbf) al material 740 para situar al material bajo la tracción apropiada. Por supuesto, la magnitud de la fuerza aplicada al material puede depender de un cierto número de factores, incluyendo, por ejemplo, el tipo de material que está siendo utilizado (incluyendo la trama del tejido), la anchura del material, el radio de curvatura del mandril 706A, o una combinación de tales factores. Además de la tracción aplicada al material 740, puede aplicarse calor al material para relajar el material y contribuir a facilitar el estiramiento del material 740 a lo largo del borde que exhibe el radio de curvatura más grande, o adyacente a este. Sin embargo, la magnitud e intensidad de calor que se aplica al material 740 puede seleccionarse y controlarse de manera que se evite un curado prematuro del material 740.

Haciendo referencia, a continuación, a las Figuras 19A y 19B, se muestra en ellas un sistema 700 que incluye otra realización de un aparato 701' para formar miembros alargados curvos o arqueados 702 (Figura 17B). El aparato 701' es similar al que se ha mostrado y descrito en relación con las Figuras 14A y 14B, con unas pocas modificaciones. Generalmente, el aparato 701' incluye una base 704 que tiene un mandril 706' situado sobre la misma. El aparato 701' incluye, de manera adicional, un puente 708 y un conjunto de carro 710 acoplado de forma móvil al mismo. La base 704 puede incluir una mesa rotatoria 716 configurada para rotar alrededor de un eje definido 718 con respecto al puente 708 y al conjunto de carro 710. Un motor 720 u otro dispositivo de accionamiento puede haberse configurado operativamente para hacer rotar la mesa rotatoria 716 con respecto a una porción de soporte 722 de la base 704.

Un dispositivo 724' de dispensación de material y un dispositivo de conformación 726' están acoplados con el conjunto de carro 710. Conforme la mesa rotatoria 716 rota alrededor del eje definido 718 con respecto al puente 708, el dispositivo 724' de dispensación de material se ha configurado para colocar una o más hojas de material sobre el mandril 706'. El dispositivo 726' de conformación puede incluir una pluralidad de rodillos 728 acoplados a los dispositivos de accionamiento 730 y configurados para conformar las hojas de material colocadas sobre el mandril 706'. El mandril 706' está acoplado a la mesa rotatoria 716 en una relación posicional de separación con respecto a la misma, por una pluralidad de estructuras de soporte 780. El dispositivo 724' de dispensación de material y el dispositivo de conformación 726' están situados radialmente hacia dentro del mandril 706' y configurados para contactar con el mandril 706' e interactuar con él a medida que este rota conjuntamente con la mesa rotatoria 716. Puede hacerse referencia a la configuración y a la orientación del dispositivo 724' de dispensación de material y del dispositivo de conformación 726' como paralelos a la mesa rotatoria 716, en tanto que puede hacerse referencia a la configuración y a la orientación del dispositivo 724' de dispensación de material y del dispositivo de conformación 726' mostrados en las Figuras 14A y 14B, como normales a la mesa rotatoria 716.

Haciendo referencia a la Figura 17B, se muestra en ella una porción de un miembro alargado 702' proporcionado a modo de ejemplo, el cual puede formarse utilizando el aparato 701' mostrado y descrito con respecto a las Figuras 19A y 19B. El miembro alargado 702' está generalmente arqueado o curvado de manera tal, que una primera superficie o borde 782 exhibe un primer radio de curvatura R1', y un segundo borde o superficie 784 exhibe un

segundo radio de curvatura R2', de tal manera que el segundo radio de curvatura R2' es más grande que el primer radio de curvatura R1'. Como con realizaciones previamente descritas, puede aplicarse una fuerza a cualquier material dispuesto sobre el mandril 706' para inducir un gradiente de tracción y evitar la formación de arrugas en el material situado en el radio de curvatura más pequeño (por ejemplo, el R1') o adyacente a este.

Se aprecia que la geometría en sección transversal del miembro alargado 702' está rotada a lo largo de un radio de curvatura general 786 con respecto a la del miembro alargado 702 mostrado en la Figura 17A. Se hace notar, de nuevo, que no es necesario que el miembro alargado curvo 702' exhiba un radio de curvatura constante. La capacidad de producir miembros alargados 702 y 702' de semejante variedad de configuraciones hace posible la producción de estructuras altamente particularizadas y complejas con relativa facilidad y eficiencia.

Haciendo referencia, a continuación, a la Figura 20, se muestra en ella una vista en corte transversal de un miembro alargado 702'' proporcionado a modo de ejemplo, formado de acuerdo con otro aspecto de la presente invención. El miembro alargado 702'' comprende una primera hoja de material 788, la cual se extiende desde un primer borde 770 del miembro alargado 702'', en aproximadamente la mitad de la «anchura» o extensión en corte transversal del mismo, y una segunda hoja de material 790, que contacta a tope con la primera hoja de material 788 y se extiende hasta el segundo borde 772 del miembro alargado 702''. Una tercera hoja 792 se dispone encima de las primera y segunda hojas 788 y 790, de una manera por capas, y forma un puente sobre la junta de contacto a tope 794 de tales hojas. Pueden disponerse hojas adicionales sobre las primera, segunda y tercera hojas 788, 790 y 792 de una manera repetitiva (o en alguna otra configuración definida), si así se desea.

El uso de múltiples hojas adyacentes y en contacto a tope de material reforzado por hojas «de puente» en estructura de láminas proporciona flexibilidad adicional a la hora de formar un miembro alargado y curvo 702''. Por ejemplo, si el radio de curvatura del miembro alargado 702'' es tal, que no sería factible el uso de una única hoja de material para toda la geometría en sección transversal, ya sea porque se seguirían desarrollando arrugas, ya sea debido a que la magnitud de tracción necesaria para evitar las arrugas sería perjudicial de cara a las características de resistencia del material, pueden utilizarse hojas independientes de anchura más pequeña. En otras palabras, la tracción necesaria para estirar una hoja de material que es lo bastante ancha para extenderse entre el primer radio de curvatura R1 y el segundo radio de curvatura R2, es mayor que la necesaria para estirar una hoja de material que es lo bastante ancha para extenderse entre, por ejemplo, el segundo radio de curvatura R2 y un tercer radio de curvatura R3. Así, pues, el uso de múltiples hojas de material adyacentes lateralmente hace posible la construcción de miembros alargados 702'' que exhiben geometrías en sección transversal «más anchas», al tiempo que reduce la tracción aplicada a las hojas de material y el estiramiento experimentado por estas.

Es de apreciar que se contemplan también otras variantes de la presente invención. Por ejemplo, si bien las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo se han descrito de manera que incluyen un mandril y una pluralidad de rodillos complementarios, es posible utilizar dos conjuntos de rodillos complementarios –un conjunto superior y un conjunto inferior– para formar los miembros alargados. De esta forma, por ejemplo, pueden hacerse pasar una pluralidad de fibras a través de un conjunto hembra superior de rodillos y de un conjunto macho superior de rodillos para obtener una geometría en sección transversal deseada. Es de apreciar, sin embargo, que el uso de un mandril, tal como en las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo antes descritas, puede proporcionar una colocación más precisa de las hojas y un control de la orientación de las fibras. De manera adicional, si bien se han descrito diversas realizaciones en términos del uso de conjuntos de carro y de puente, se contempla, de manera adicional, que puedan utilizarse brazos robóticos a la hora de colocar los rodillos y aplicar una fuerza o presión apropiada a los materiales dispuestos sobre el mandril. Semejante robot puede haberse configurado de tal modo que el rodillo o rodillos asociados sean susceptibles de colocarse alrededor de múltiples ejes.

Adicionalmente, pueden utilizarse diversos materiales a la hora de formar los miembros estructurales alargados. Por ejemplo, es posible utilizar cinta de material compuesto, tejido, tejido seco o diversas combinaciones de los mismos. Por otra parte, pueden introducirse materiales de relleno dentro del miembro estructural alargado, según se considere apropiado. Tales materiales de relleno pueden incluir, por ejemplo, espuma, materiales metálicos u otros materiales no plásticos.

Haciendo referencia, a continuación, a las Figuras 21 a 25B, se ilustra en ellas un aparato 1000 de colocación de herramienta de aporte de rigidez de una realización. El aparato de colocación 1000 puede ser utilizado con un aparato tal como el aparato 100, 200, 300, 500, 400, 600, 700 u 800 anteriormente descrito. Haciendo referencia a la Figura 21, el aparato 1000 de colocación de herramienta de aporte de rigidez incluye una base 1002 que puede tener cualesquiera forma y tamaños deseados. La base 1002 se ha construido de cualquier material adecuado. Un par de raíles 1003 de base que tienen un aparato elevador 1005 se conectan a la base 1002 utilizando cualquier dispositivo de fijación adecuado, tal como un dispositivo de abrazamiento 1001, sujetadores roscados adecuados y elementos similares. Una pluralidad de raíles de acoplamiento 1004 están conectados a la base 1002, entre el par de raíles 1003 de base, utilizando cualquier dispositivo de fijación adecuado, tal como sujetadores roscados adecuados. Una primera base superior 1006 está acoplada de forma deslizante a los raíles 1004 por medio de una pluralidad de miembros 1008 de canal. Los miembros 1008 de canal están conectados a la primera base superior utilizando cualquier tipo de dispositivo de sujeción adecuado, tal como un sujetador roscado adecuado. La primera

base superior 1006 se desliza selectivamente sobre los raíles 1004 de una manera alternativa, o de vaivén. Una segunda base superior 1010 tiene una pluralidad de miembros de canal 1012 (véase la Figura 24) conectados a la misma utilizando cualquier tipo de dispositivo de sujeción adecuado, tal como cualesquiera sujetadores roscados adecuados. La segunda base superior 1010 contacta de forma deslizante con los raíles 1004 para permitir a la segunda base superior 1010 deslizarse selectivamente sobre los raíles 1004 en un movimiento de vaivén. El aparato de colocación 1000 tiene, adicionalmente, unos primer y segundo cilindros 1024 y 1022 de base, accionados por fluido, destinados a mover de forma deslizante las respectivas primera y segunda bases superiores 1006 y 1010. El primer cilindro 1024 de base, accionado por fluido, tiene uno de sus extremos fijado a un raíl 1003 de base, y el otro extremo fijado a la primera base superior 1006. El primer cilindro 1024 de base, accionado por fluido, hace deslizar selectivamente la primera base superior 1006 sobre los raíles 1004, con respecto a la base 1002 y a la segunda base superior 1010. El segundo cilindro 1022 de base, accionado por fluido, tiene uno de sus extremos fijado al otro raíl 1003 de base, y el otro extremo, fijado a la segunda base superior 1010 para mover la segunda base superior 1010 con respecto a la base 1002 y a la primera base superior 1006.

El aparato de colocación 1000 también incluye una pluralidad de soportes basculantes 1014. Los soportes basculantes 1014 se conectan, respectivamente, a la primera base superior 1006 y a la segunda base superior 1010 utilizando cualquier tipo de dispositivo de sujeción adecuado, tal como sujetadores roscados adecuados. Un primer miembro basculante 1016, que tiene uno o más miembros 1015 del tipo de vejiga inflable, está conectado a rotación a una pluralidad de los soportes basculantes 1014. Similarmente, un segundo miembro basculante 1018, que tiene uno o más miembros 1019 del tipo de vejiga inflable, está conectado a rotación a otra pluralidad de soportes basculantes 1014, según se ilustra en la Figura 21. Se utiliza una pluralidad de cilindros de bloqueo 1020, accionados por fluido, que están fijados, respectivamente, a la primera base superior 1006 y a la segunda base superior 1010, para bloquear la primera base superior 1006 y la segunda base superior 1010 en la posición deseada la una con respecto a la otra. En una realización, la primera base superior 1006 y la segunda base superior 1010 son movidas hasta una posición de trabajo deseada y, a continuación, bloqueadas en su lugar por una porción de un extremo de vástago de cada cilindro 1020 accionado por fluido, que contacta con un orificio o cojinete o un miembro de refuerzo de tipo similar 1021 situado en la base 1002.

El primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 están conectados a respectivos soportes basculantes 1014 utilizando unas orejetas en forma de L 1025. Las orejetas en forma de L 1025 tienen, cada una de ellas, uno de sus extremos conectado al soporte basculante 1014 utilizando cualquier aparato de sujeción adecuado, tal como un pasador o un sujetador roscado adecuado, y su otro extremo respectivamente conectado al primer miembro basculante 1016 o al segundo miembro basculante 1018 utilizando un sujetador roscado adecuado 1026. El primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 están asegurados de manera rotatoria a los soportes basculantes 1014. Los soportes basculantes 1014 incluyen unos bloques basculantes 1028 que se ilustran en la Figura 23. Los bloques basculantes 1028 respectivos tienen una primera porción fijada al primer miembro basculante 1016 o al segundo miembro basculante 1018, en tanto que otra segunda porción del bloque basculante 1028 está conectada al extremo de vástago 1032 de un cilindro 1030 accionado por fluido respectivo. El extremo 1034 de cilindro de cada cilindro 1030 accionado por fluido se fija a una primera base superior 1006 respectiva o a la segunda base superior 1008 utilizando cualquier aparato adecuado, tal como una disposición 1036 de bloque de horquilla y pasador, tal como se ilustra en la Figura 23.

En la realización proporcionada a modo de ejemplo de la Figura 2, la segunda base superior 1010 es movida cerca de la primera base superior 1006 por el accionamiento de al menos uno de entre el primer cilindro 1024 de base, accionado por fluido, y el segundo cilindro 1022 de base, accionado por fluido, por medio de una fuente de suministro de fluido adecuada. El primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 se encuentran situados adyacentes el uno al otro, de tal manera que unos mandriles macho, tales como los mandriles macho 106 o 706A, pueden ser fijados al primer miembro basculante 1016 y al segundo miembro basculante 1018. Los mandriles macho están fijados al primer miembro basculante 1016 y al segundo miembro basculante 1018 por encima de los miembros de vejiga inflable 1015, 1019 situados en su interior. Unos mandriles macho, tales como los mandriles macho 106 y 706A anteriormente descritos, se fijan al primer miembro basculante 1016 y al segundo miembro basculante 1018 utilizando cualquier aparato de sujeción adecuado, tal como abrazaderas y sujetadores roscados adecuados, sujetadores roscados adecuados, etc. (no mostrados). Si bien los miembros basculantes 1016 y 1018 se han mostrado generalmente como rectos en las Figuras 21-23, pueden ser curvos o de cualquier otra forma necesaria para adaptarse a la forma de un mandril, tal como mandriles curvos como el mandril curvo 706A, si bien no está limitada por estos. Es más, los miembros basculantes 1016 y 1018 pueden haberse formado de manera que se adapten a los mandriles que se utilizan para conformar miembros alargados que presentan geometrías en sección transversal variables, ya sean rectas o curvas.

En la Figura 23 se muestra una vista en corte transversal del aparato 1000 de colocación de herramienta de aporte de rigidez. El aparato 1000 de colocación de herramienta de aporte de rigidez tiene, en esta ilustración, el primer miembro basculante 1016 de manera que se hace rotar alrededor de los soportes basculantes 1014, y el segundo miembro basculante 1018 de manera que se hace rotar alrededor de los soportes basculantes 1014, de tal modo que los miembros basculantes 1016 y 1018 tienen superficies que contactan a tope entre sí. Como se ilustra, el primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 no tienen un mandril macho fijado a los

5 mismos en esta ilustración. El primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 están, cada uno de ellos, conectado a un soporte basculante 1014 asociado, utilizando un pasador 1035 (o sujetador roscado 1035 adecuado). El pasador 1035 contacta con una porción de una orejeta en forma de L 1025 que está fijada a un respectivo primer miembro basculante 1016 o segundo miembro basculante 1018. Como se ha indicado anteriormente, se contemplan otros métodos de conexión, además del uso de un pasador 1035, para conectar los miembros basculantes 1016 y 1018 a los soportes basculantes 1014 asociados, tales como el sujetador roscado y un diseño de ajuste por salto elástico, si bien no están limitados por estos.

10 En la Figura 24 se ilustra la parte inferior del primer soporte superior 1006 y del segundo soporte superior 1010, sin haberse fijado la base 1002 a los raíles 1004. En esta ilustración, los cilindros 1022, 1024 accionados por fluido han sido accionados para mover la segunda base superior 1010 adyacente a la primera base superior 1006, tal como se ilustra en la Figura 22. Como se ha ilustrado, los extremos de vástago 1023 y 1019 de los respectivos cilindros 1024 y 1022 están conectados al primer miembro de base 1006 y al segundo miembro de base 1010 utilizando una disposición de pasador y horquilla adecuada. La pluralidad de miembros de canal 1008, 1012 son miembros conformados en forma de C y hechos de cualquier material adecuado, tal como metal, plástico, etc. Los miembros conformados en forma de C 1008 y 1012 están fijados al primer miembro de base 1006 y al segundo miembro de base 1010 utilizando sujetadores roscados adecuados. Ciertas partes de los cilindros 1020 accionados por fluido se extienden a través del primer miembro de base 1006 y del segundo miembro de base 1010, como se ilustra.

20 En la Figura 25A se muestra una ilustración del segundo miembro basculante 1018, rotado alrededor del soporte basculante 1014. Cada soporte basculante 1014 contiene un cilindro accionado 1040 fijado al mismo, que es accionado cuando un miembro basculante 1016 o 1018 asociado es hecho rotar alrededor del soporte basculante 1014. Como se ilustra en la Figura 25A, un vástago 1014 es selectivamente insertado en una abertura 1044 de la orejeta 1042 por medio del cilindro accionado 1040, a fin de bloquear el miembro basculante 1018 en una posición estática. La orejeta 1042 tiene uno de sus extremos fijado al miembro basculante 1018. Una disposición similar se utiliza para bloquear el miembro basculante 1016. El bloqueo del miembro basculante 1016, 1018 en una posición fija permite que las hojas de material impregnadas que se aplican a un mandril acoplado a los miembros basculantes 1016 y 1018, se dispongan en contacto a tope, y permite que otras hojas de material impregnadas se apliquen al mismo, tal como se describe más adelante. Haciendo referencia a la Figura 25B, se ilustra en ella una vista ampliada de un soporte basculante 1014 que tiene el vástago 1041 del cilindro 1040 retraído de su contacto con el orificio 1044 de la orejeta 1042.

35 Las Figuras 26 a 29 ilustran un método para formar un miembro alargado utilizando el aparato de colocación 1000. En la Figura 26 se ilustran una porción del primer miembro basculante 1016 y una porción del segundo miembro basculante 1018. El primer miembro basculante 1016 se ha ilustrado de manera que incluye unas vejigas inflables 1015 y que tiene un mandril macho 1060 fijado al mismo. El segundo miembro basculante 1018 se ha ilustrado de manera que incluye unas vejigas inflables 1019 y que tiene un mandril macho 1062 fijado al mismo. Los mandriles macho 1060 y 1062 se han fijado al primer miembro basculante 1016 y al segundo miembro basculante 1018 utilizando cualquier sujetador adecuado (no mostrado). En una realización, durante el uso, el segundo miembro basculante 1018 es movido hasta aproximadamente el centro de la base 1002, tal como se muestra en la Figura 22. Utilizando un aparato tal como los aparatos 100, 200, 300, 400, 600, 700 u 800 según se han descrito anteriormente, se forman hojas de material impregnadas 1066 como un canal en C el mandril macho 1062 fijado al segundo miembro basculante 1018. El segundo miembro basculante 1018 se mueve de vuelta a la posición mostrada en la Figura 21, en tanto que el primer miembro basculante 1016 se mueve hasta aproximadamente el centro de la base 1002. Utilizando la parte de aplicación de fibras de un aparato, tal como los aparatos 100, 200, 300, 400, 600, 700 u 800 según se han descrito anteriormente en esta memoria, se forman hojas de material impregnadas 1064 a modo de un canal en C en el mandril macho 1060 fijado al primer miembro basculante 1016. A continuación, el primer miembro basculante 1016 se mueve hasta la posición mostrada en la Figura 21. En otra realización, los mandriles macho 1060 y 1062 dispuestos en sus respectivos miembros basculantes 1016 y 1018, permanecen estacionarios en posiciones seleccionadas del aparato de colocación 1000, en tanto que una parte de aplicación de fibras de un aparato tal como los aparatos 100, 200, 300, 400, 600, 700 u 800 según se han descrito anteriormente, se mueve hasta las posiciones seleccionadas para formar las hojas de material impregnadas 1064 y 1066 sobre los respectivos mandriles 1060 y 1062.

55 Haciendo referencia a la Figura 27, el primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 se hacen rotar aproximadamente 90° el uno hacia el otro, tal como se muestra en la Figura 23. El primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 son movidos el uno hacia el otro para presionar juntas las bandas centrales del canal en C 1064 y del canal en C 1066. El primer miembro basculante 1016 y el segundo miembro basculante 1018 son bloqueados en una posición «de compactación» al contactar los vástagos de los cilindros 1020 con los orificios 1021 existentes en la base 1002, y al contactar los vástagos 1041 de los cilindros 1040 fijados a los soportes basculantes 1014, con los orificios 1044 de las orejetas 1042 fijadas al primer miembro basculante 1016 y al segundo miembro basculante 1018. En la posición de compactación, las vejigas inflables 1015 y 1019 del primer miembro basculante 1016 y del segundo miembro basculante 1018 son infladas para proporcionar la magnitud deseada de presión sobre las bandas del canal en C 1064 y del canal en C 1066.

Una hoja 1067 que tiene una forma en sección transversal seleccionada, a la que se hace referencia comúnmente como un cordón, es aplicada al radio en el que el canal en C 1064 y el canal en C 1068 se encuentran en la parte superior de los mismos, tal como se ilustra en la Figura 28. Utilizando los aparatos 100, 200, 300, 400, 600, 700 y 800 según se han descrito anteriormente en esta memoria, se aplican capas de tapa impregnadas 1068, de material impregnado, a las partes superiores del canal en C 1064 y del canal en C 1066. Los mandriles macho 1060 y 1062 son bloqueados juntos utilizando cualquier aparato de abrazamiento adecuado, las vejigas inflables 1015 y 1019 son desinfladas, y los mandriles macho 1060, 1062, bloqueados juntos, son retirados del primer miembro basculante 1016 y del segundo miembro basculante 1018.

Los mandriles macho 1060, 1062, abrazados juntos, son entonces hechos rotar aproximadamente 180° y se reinstalan en el primer miembro basculante 1016 y en el segundo miembro basculante 1018, de tal manera que el mandril macho 1060 es fijado al segundo miembro basculante 1018, y el mandril macho 1062 es fijado al primer miembro basculante 1016, como se ilustra en la Figura 29. Las vejigas inflables 1015 y 1019 del primer miembro basculante 1016 y del segundo miembro basculante 1018 son infladas para proporcionar la magnitud deseada de presión sobre las bandas del canal en C 1064 y del canal en C 1066, tal como se ha aplicado previamente para la posición de compactación. Los mandriles macho 1060, 1062 son soltados de su abrazamiento de un modo tal, que otra hoja 1067 que tiene una forma en sección transversal diseñada para llenar los huecos de las esquinas, a la que se hace referencia comúnmente como cordón, es aplicada al radio en el que el canal en C 1064 y el canal en C 1068 se encuentran en la parte superior de los mismos, como previamente se aplicó. Utilizando un aparato tal como los aparatos 100, 200, 300, 400, 600, 700 u 800 según se han descrito anteriormente, unas hojas de tapa impregnadas 1068, de material impregnado, son aplicadas a las partes superiores del canal en C 1064 y del canal en C 1066. Los mandriles macho 1064 y 1066 pueden, de nuevo, ser bloqueados juntos utilizando cualquier aparato de abrazamiento adecuado, y las vejigas inflables 1015 y 1019 son desinfladas para la retirada de los mandriles macho 1060, 1062 que tienen el canal en C 1064 y el canal en C 1066 en los mismos, para la retirada de los mandriles macho 1060, 1062 del primer miembro basculante 1016 y del segundo miembro basculante 1018 para el subsiguiente curado del material impregnado en una autoclave. En una realización alternativa al curado, el elemento de aporte de rigidez (canal en C 1064, canal en C 1066, cordón 1067 y capas de tapa impregnadas 1068) puede ser ensamblado como un elemento de aporte de rigidez no curado, a una película superficial de no curada a curada, para adhesión conjunta o curado conjunto.

El aparato 1000 de colocación de herramienta de aporte de rigidez anteriormente descrito puede utilizar cilindros accionados por fluido de cualquier tipo adecuado que se hagan funcionar por cualesquiera fuentes apropiadas de suministro de fluido a presión que se desee utilizar. El aparato 1000 puede hacerse funcionar por un controlador, tal como el controlador 500 anteriormente descrito, o bien hacerse funcionar manualmente utilizando válvulas apropiadas conectadas a las diversas conducciones que suministran fluido a los cilindros accionados por fluido. Elementos del aparato 1000 pueden haberse construido utilizando materiales y componentes bien conocidos que tengan la resistencia y la rigidez apropiadas para formar miembros alargados. El aparato 1000 puede ser de cualquier tamaño deseado y no está limitado por este. Si se desea, pueden utilizarse barras roscadas que se acoplan dentro de orificios roscados existentes en bloques u otros miembros de tipo similar, tales como cables y poleas, en lugar de los cilindros accionados por fluido para mover las bases superiores con respecto a la base, hacer rotar los miembros basculantes y bloquear las bases superiores en una posición deseada con respecto a la base. De forma similar, pueden utilizarse barras cilíndricas y ojeteros en lugar de los raíles y los miembros de canal conformado en forma de C. Las vejigas inflables de los miembros basculantes pueden ser de cualquier forma o material. Alternativamente, miembros roscados que contactan a tope con una placa o placas planas y que se acoplan con una porción del miembro basculante, o tipos de disposiciones similares, pueden sustituir a las vejigas inflables. Las bases superiores pueden ser movidas manualmente con respecto a la base, y pueden utilizarse pasadores para acoplar las bases superiores y la base, a fin de retenerlas en cualquier posición deseada.

Si bien la invención puede ser susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han mostrado realizaciones específicas a modo de ejemplo en los dibujos y se han descrito en detalle en la presente memoria. Ha de entenderse, sin embargo, que no es la intención que la invención esté limitada a las formas particulares expuestas. Antes bien, la invención incluye todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del alcance de la invención, según se define por las siguientes reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1.- Un aparato de colocación de herramienta de aporte de rigidez y de formación de elemento de aporte de rigidez (1000; 100, 200, 300, 340, 400, 701, 701', 726), de tal modo que el aparato comprende:

una base (1002);

un primer miembro basculante (1016), fijado de forma deslizante a la base (1002), de tal manera que el primer miembro basculante (1016) está configurado para fijar selectivamente un primer mandril (1060) en el mismo, estando el primer miembro basculante (1016) configurado para hacer rotar el primer mandril (1060); y

un segundo miembro basculante (1018), fijado de forma deslizante a la base (1002), de tal modo que el segundo miembro deslizante (1018) está configurado para fijar selectivamente un segundo mandril (1062) en el mismo, estando el segundo miembro basculante (1018) configurado para hacer rotar el segundo mandril (1062),

en el cual los primer y segundo miembros basculantes (1016, 1018) están configurados para hacer rotar hasta alinear superficies seleccionadas de los primer y segundo mandriles (1060, 1062) la una con respecto a la otra;

caracterizado por que

los primer y segundo miembros basculantes (1016, 1018) se colocan de forma deslizante a distancias seleccionadas el uno con respecto al otro, en la base (1002), estando el primer miembro basculante (1016) y el segundo miembro basculante (1018) configurados para abrazarse juntos con el fin de comprimir al menos una hoja de fibras dispuesta en los primer y segundo mandriles (1060, 1062) sobre las superficies seleccionadas, moviendo la una con la otra; y

los primer y segundo mandriles (1060, 1062), abrazados juntos, se han configurado para ser retirados del primer miembro basculante (1016) y del segundo miembro basculante (1018) y, seguidamente, hacerse rotar 180° y volver a instalarse en el primer miembro basculante (1016) y en el segundo miembro basculante (1018), de tal manera que el primer mandril (1060) se fija al segundo miembro basculante (1018) y el segundo mandril (1062) se fija al primer miembro basculante (1016).

2.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada uno del primer y el segundo miembros basculantes (1016, 1018) comprende, de manera adicional:

al menos un miembro de vejiga inflable (1015, 1019), configurado para proporcionar una magnitud deseada de presión sobre el primer y el segundo mandriles (1060, 1062) para comprimir la al menos una hoja de fibras en los primer y segundo mandriles (1060, 1062), moviendo el uno contra el otro.

3.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

un primer miembro superior (1006), de tal manera que el primer miembro basculante (1016) está acoplado al primer miembro superior (1006);

un segundo miembro superior (1010), de tal manera que el segundo miembro basculante (1018) está acoplado al segundo miembro superior (1010); y

al menos un raíl (1004), acoplado a la base (1002), de modo que el primer miembro superior (1006) y el segundo miembro superior (1010) están, cada uno de ellos, acoplado de forma deslizante al menos un raíl (1004).

4.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente:

al menos un primer cilindro accionado por fluido (1024), acoplado para mover de forma deslizante el primer miembro superior (1006) con respecto a la base (1002); y

al menos un segundo cilindro accionado por fluido (1022), acoplado para mover de forma deslizante el segundo miembro superior (1010) con respecto a la base (1002).

5.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente:

al menos un soporte basculante (1014), fijado al primer miembro superior (1006), de tal manera que el primer miembro basculante (1016) está fijado de forma rotativa al al menos un primer soporte basculante (1014); y

al menos un segundo soporte basculante (1014), fijado al segundo miembro superior (1010), de tal modo que el segundo miembro basculante (1018) está fijado de forma rotativa al al menos un segundo soporte basculante (1014).

6.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende adicionalmente:

al menos un primer cilindro accionado por fluido (1040), acoplado para hacer rotar el primer miembro basculante (1016) alrededor del primer soporte basculante (1014); y

al menos un segundo cilindro accionado por fluido (1040), acoplado para hacer rotar el segundo miembro

basculante (1018) alrededor del segundo soporte basculante (1014).

7.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual, adicionalmente, el primer miembro basculante (1016) y el segundo miembro basculante (1018) están configurados para fijar mandriles que tienen una geometría en sección transversal variable.

8.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el primer y el segundo mandriles (706A-706D) están curvados y el primer y el segundo miembros basculantes se han formado para adaptarse a la forma respectiva de los primer y segundo mandriles.

9.- Un método para formar un miembro alargado de material compuesto, de manera que el método comprende:

acoplar un primer mandril (1060) a un primer miembro basculante (1016) de un aparato (1000) de colocación de herramienta de aporte de rigidez;

acoplar un segundo mandril (1062) a un segundo miembro basculante (1018) del aparato (1000) de colocación de herramienta de aporte de rigidez;

conformar al menos una hoja de fibras en el primer mandril (1060);

conformar al menos una hoja de fibras en el segundo mandril (1062);

hacer rotar el primer y el segundo miembros basculantes (1016, 1018) de tal manera que superficies seleccionadas de los primer y segundo mandriles (1060, 1062) se alinean la una con la otra; y

comprimir la al menos una hoja de fibras sobre la superficie seleccionada del primer mandril (1060), junto con la al menos una hoja de fibras sobre la superficie seleccionada del segundo mandril (1062), con los primer y segundo miembros basculantes (1016, 1018) para casar las hojas de fibras,

aplicar al menos una hoja de fibras superpuesta a un primer lado de las hojas de fibras casadas,

caracterizado por

retirar los primer y segundo mandriles (1060, 1062) de los primer y segundo miembros basculantes (1016, 1018);

hacer rotar los primer y segundo mandriles (1060, 1062) 180 grados;

fijar el primer mandril (1060) al segundo miembro basculante (1018);

fijar el segundo mandril (1062) al primer miembro basculante (1016); y

aplicar al menos una hoja de fibras superpuesta a un segundo lado de las hojas casadas de fibra.

10.- El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual comprimir la al menos una hoja de fibras dispuesta en el primer mandril (1060), junto con la al menos una hoja de fibras dispuesta en el segundo mandril (1062), con los primer y segundo miembros basculantes (1016, 1018) comprende, adicionalmente:

inflar al menos una vejiga (1015, 1019) de cada uno de los primer y segundo miembros basculantes (1016, 1018) para proporcionar una magnitud deseada de presión sobre las hojas de fibra dispuestas en los primer y segundo mandriles (1060, 1062).

11.- El método acuerdo con la reivindicación 9, que comprende, adicionalmente:

aplicar un cordón (1067) a un radio formado donde se encuentran las hojas de fibras, de tal manera que el cordón (1067) se aplica antes de que se aplique la al menos una hoja de fibras (1068) superpuesta al primer lado de las hojas de fibra casadas.

12.- El método de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende, adicionalmente:

aplicar un cordón (1067) a un radio formado donde se encuentran las hojas de fibra, de tal modo que el cordón (1067) se aplica antes de que se aplique la al menos una hoja de fibras (1068) superpuesta al segundo lado de las hojas de fibra casadas.

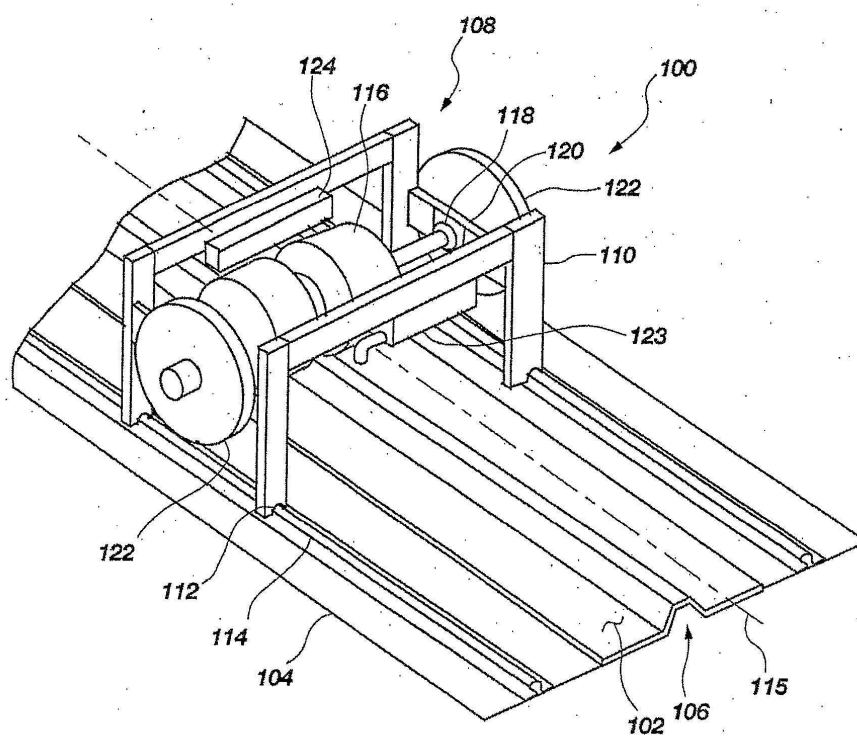


FIG. 1

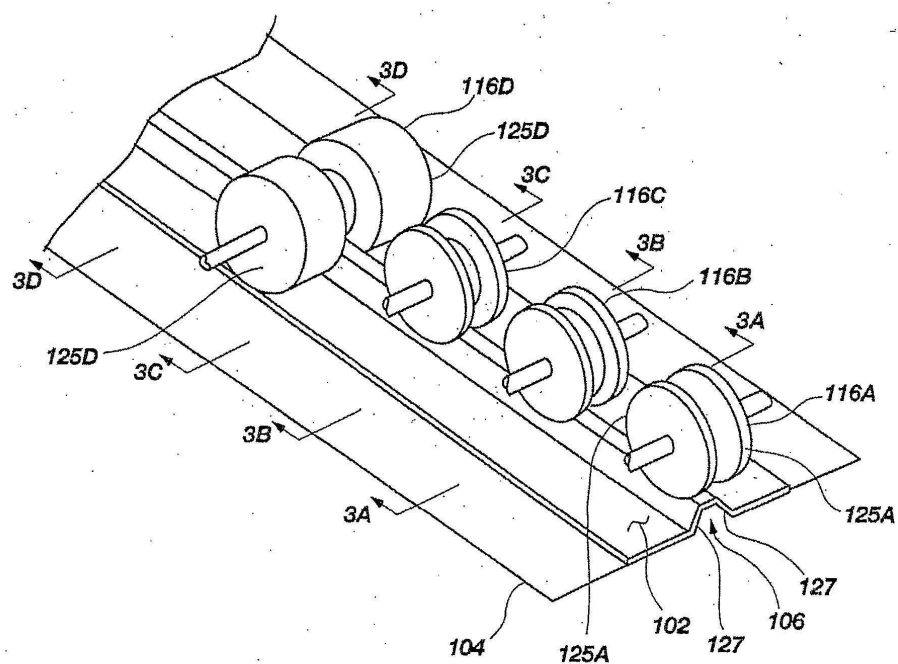


FIG. 2

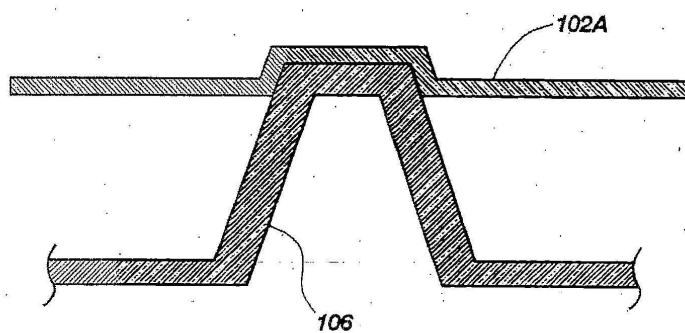


FIG. 3A

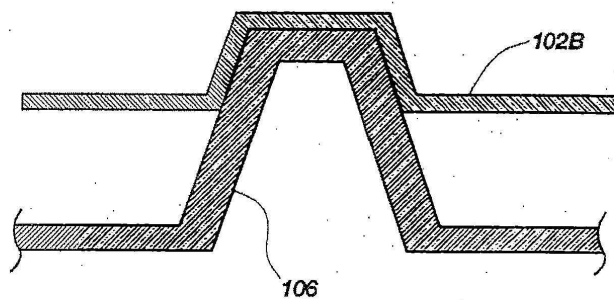


FIG. 3B

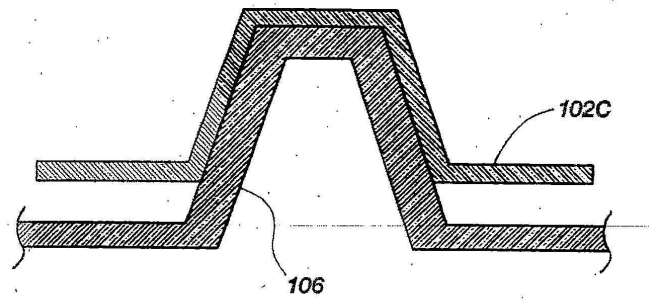


FIG. 3C

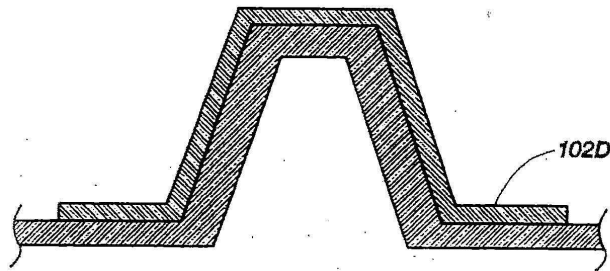
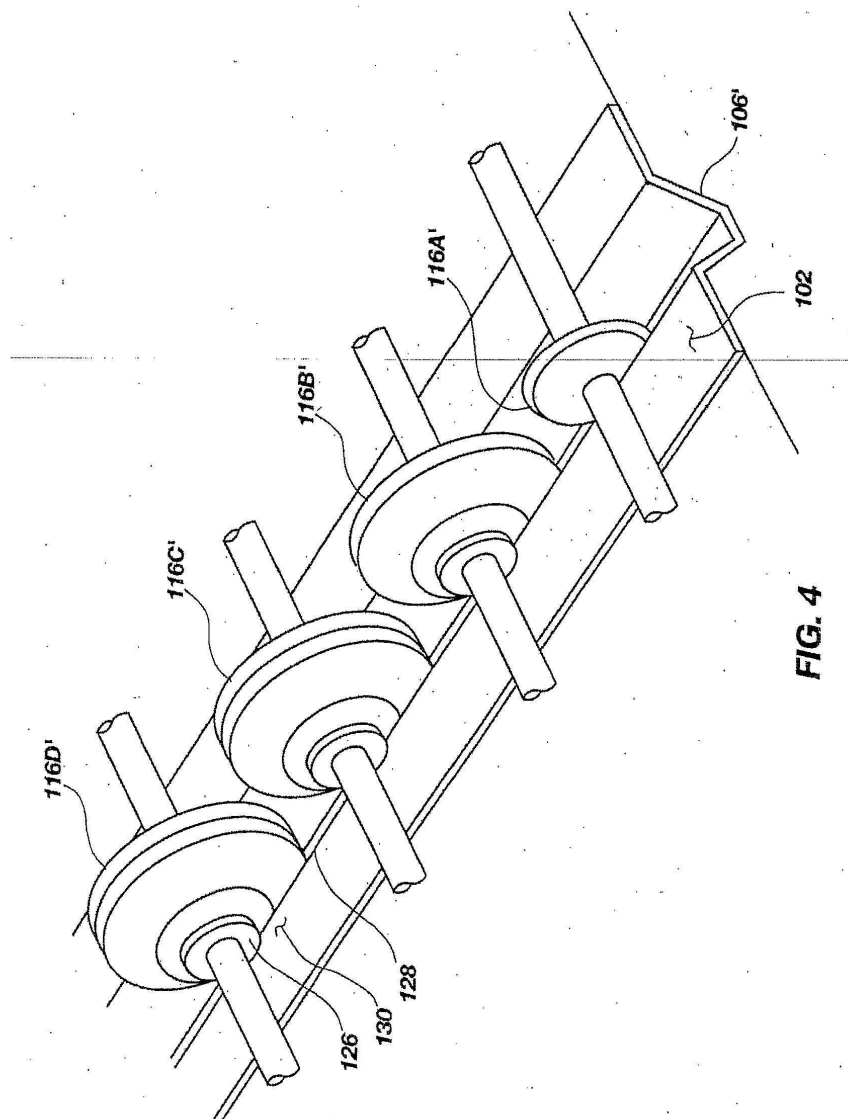


FIG. 3D



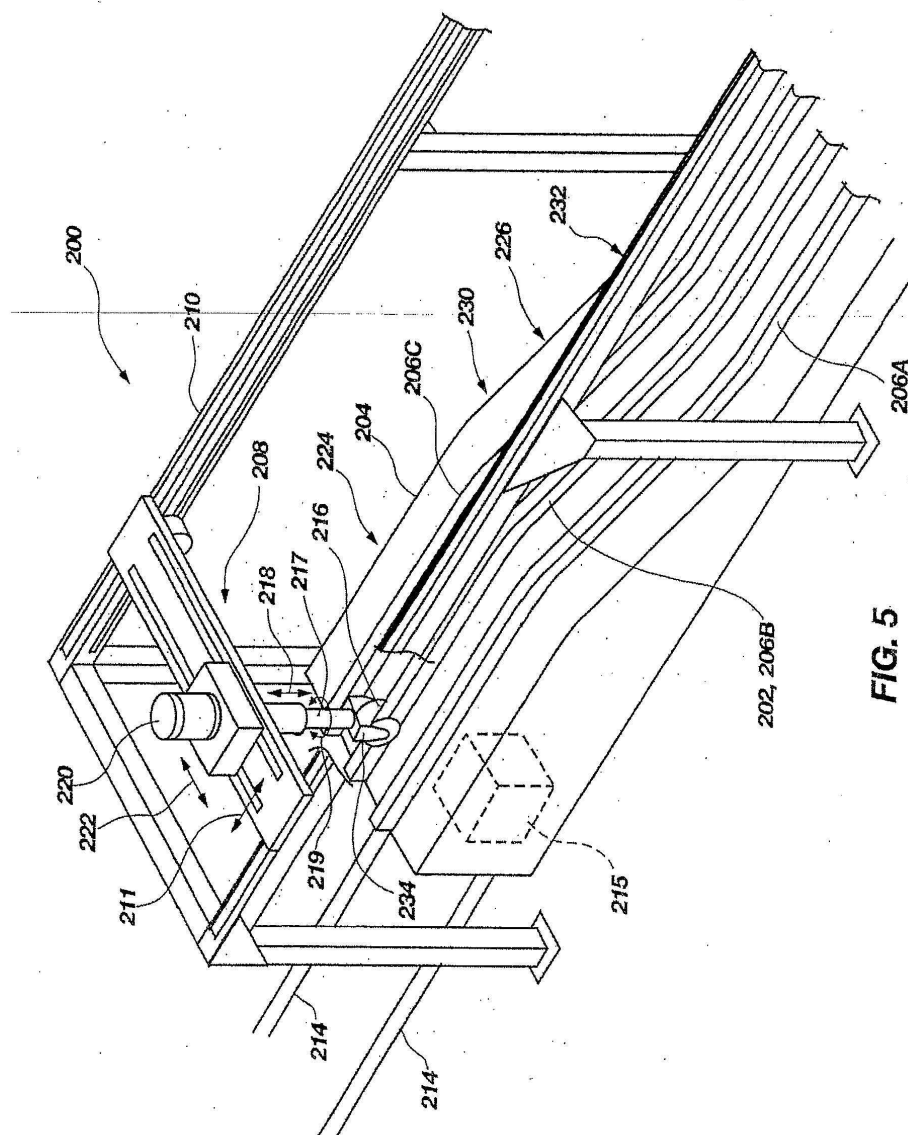
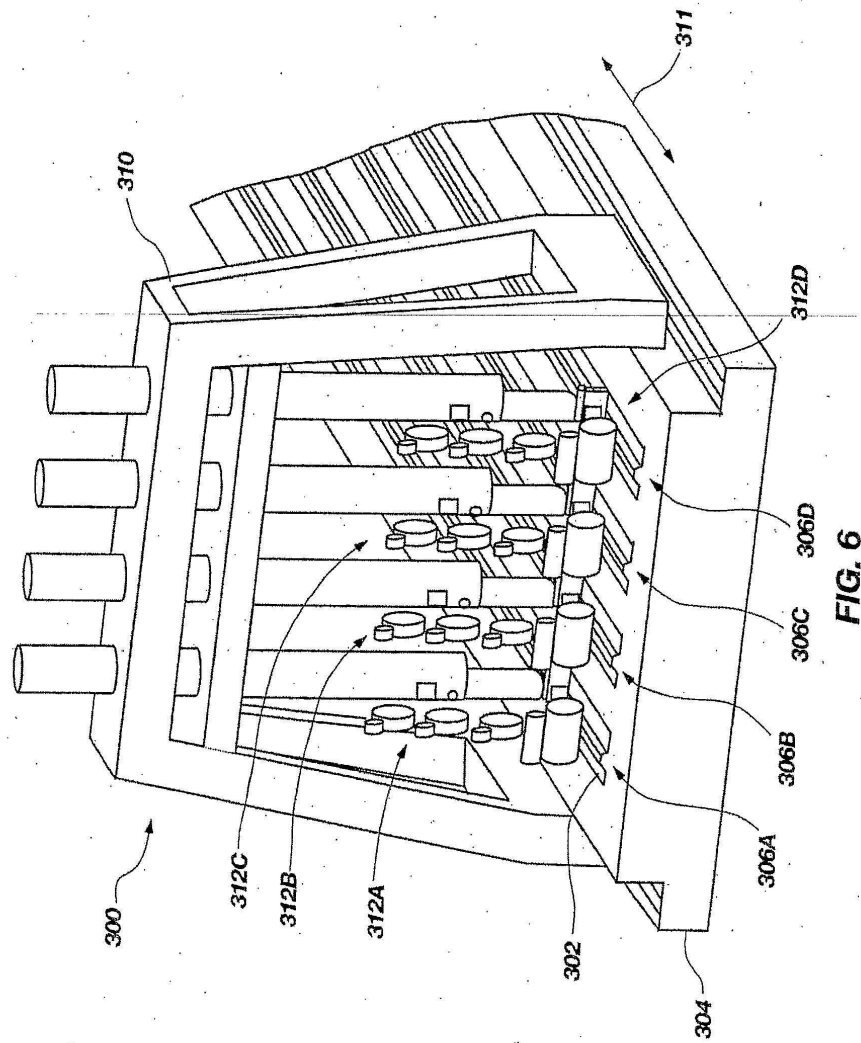
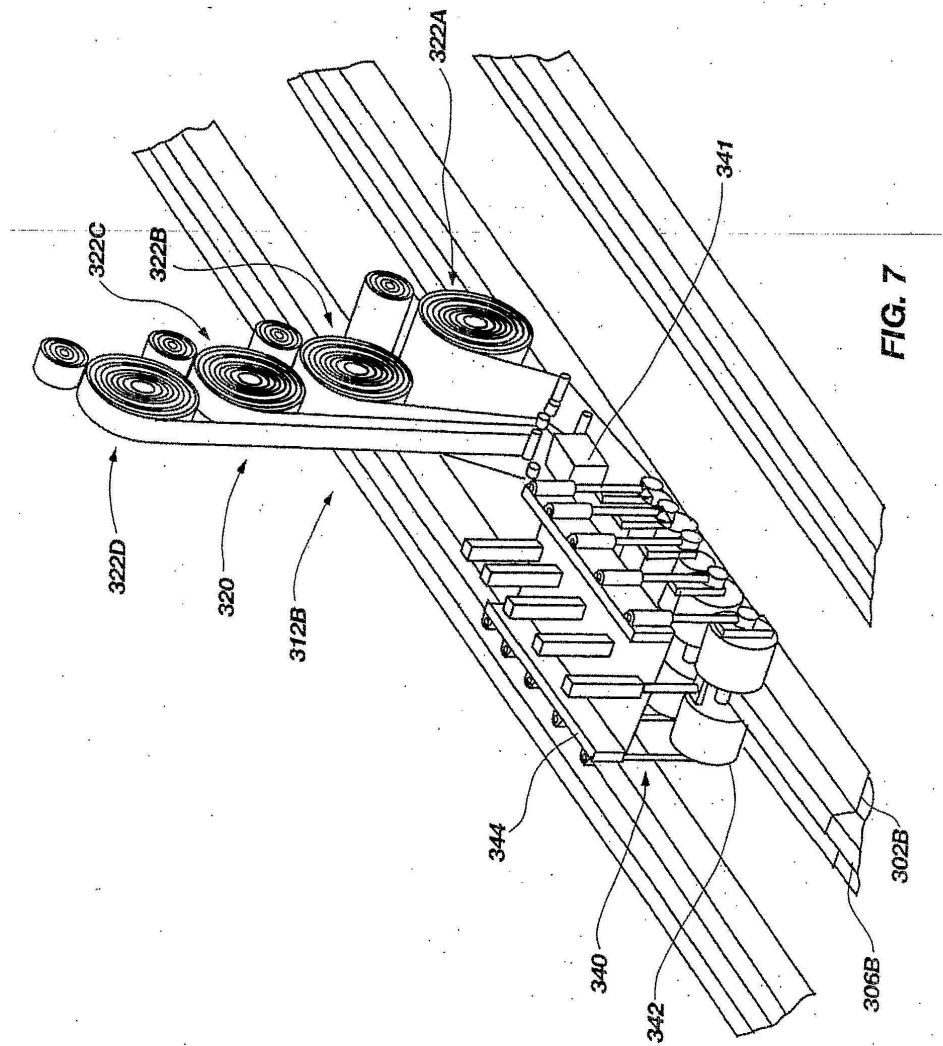


FIG. 5





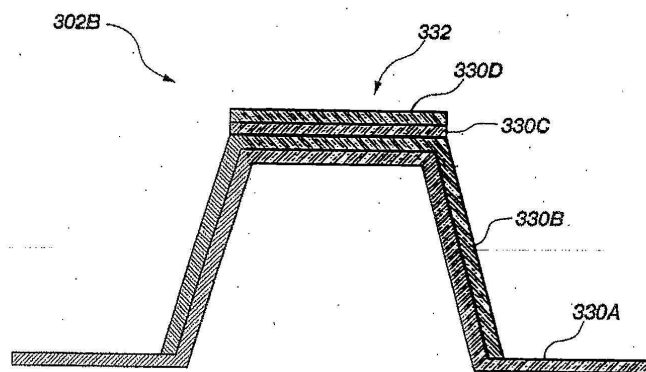


FIG. 8A

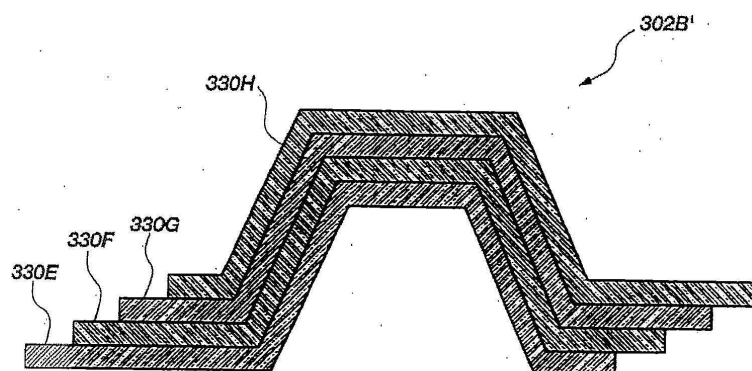


FIG. 8B

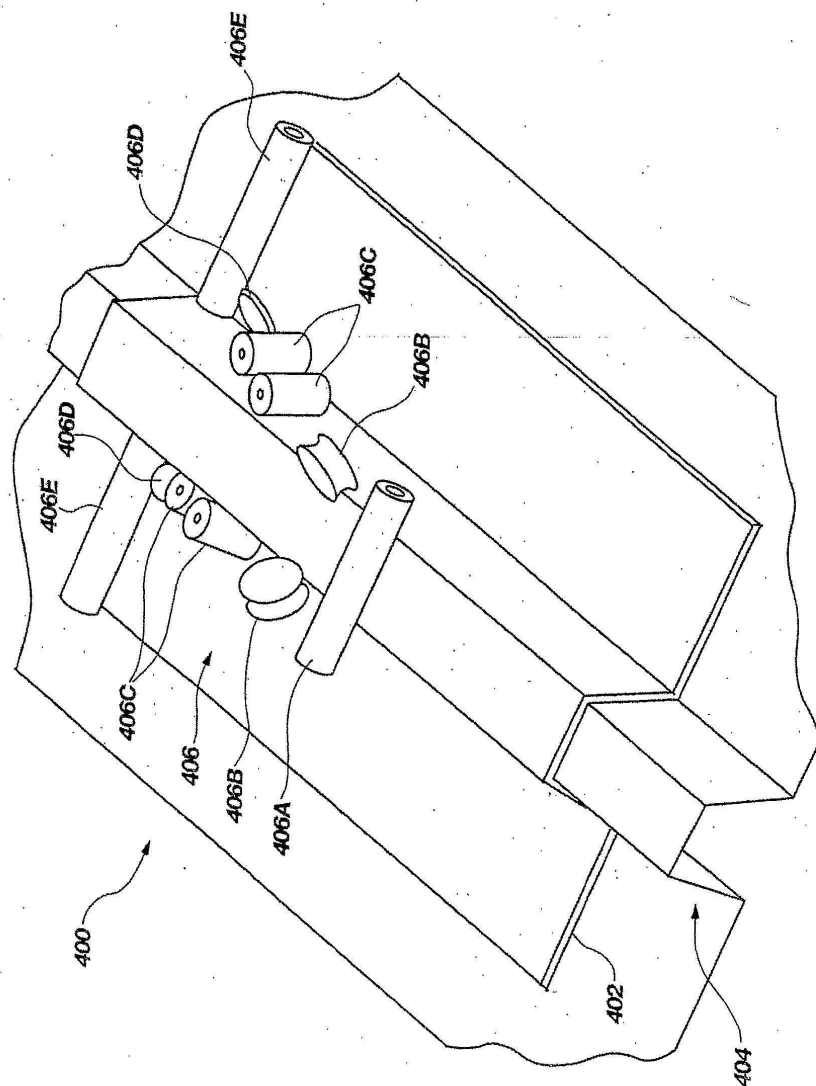


FIG. 9

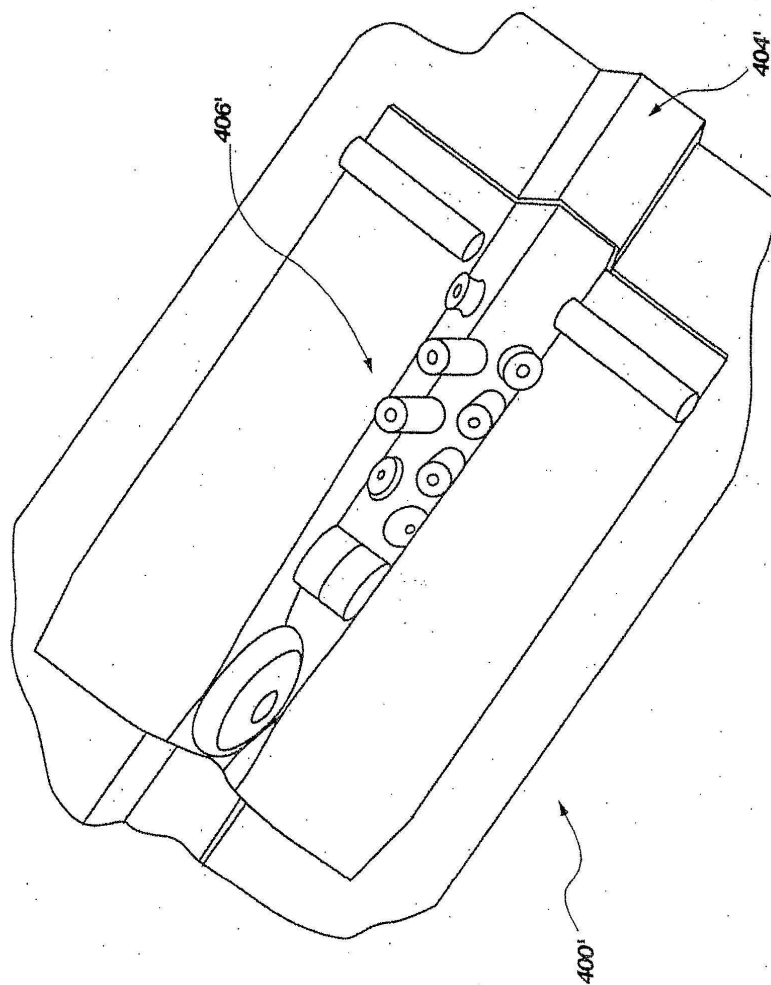


FIG. 10

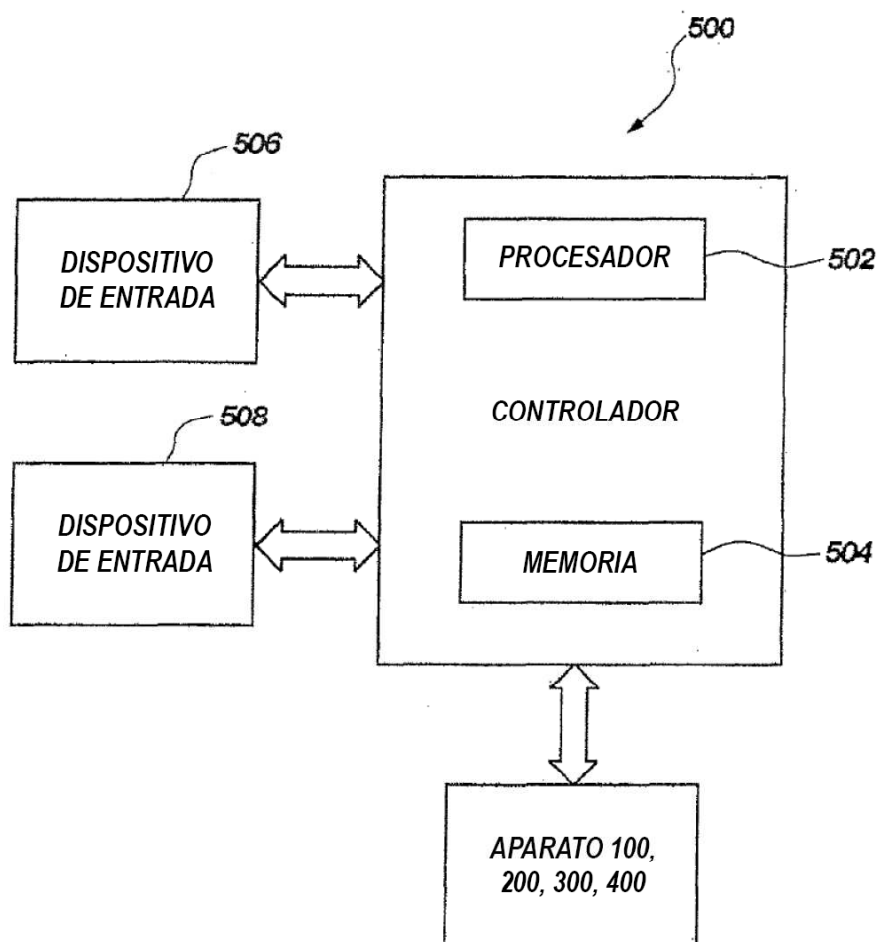
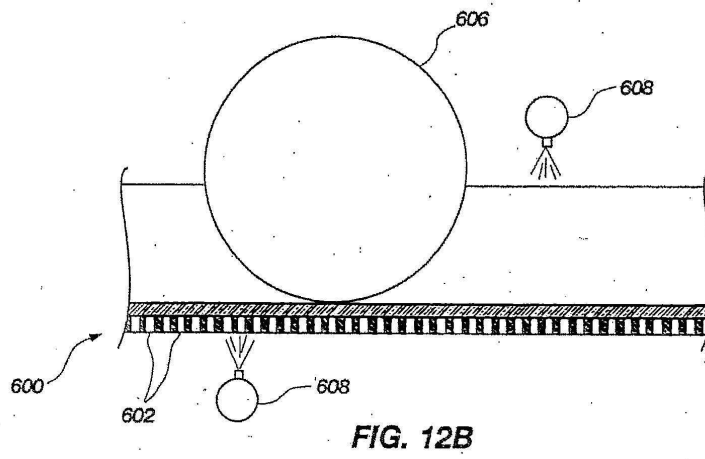
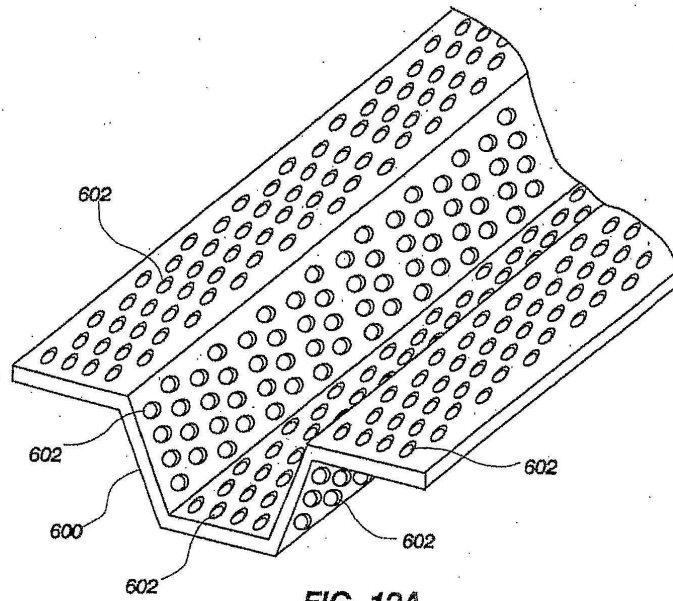


FIG. 11



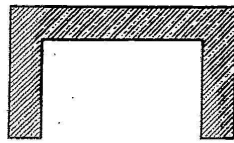


FIG. 13A

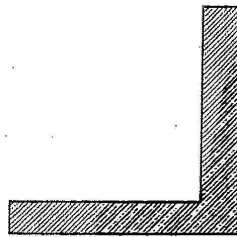


FIG. 13B

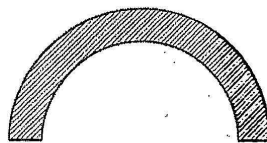


FIG. 13C

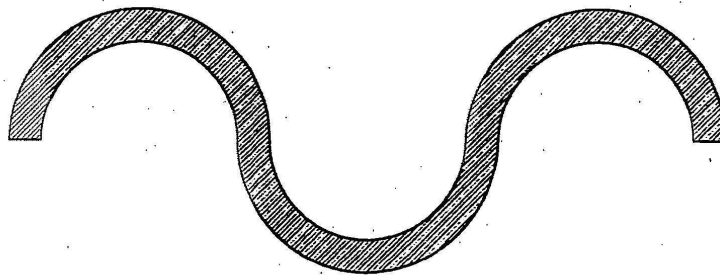


FIG. 13D

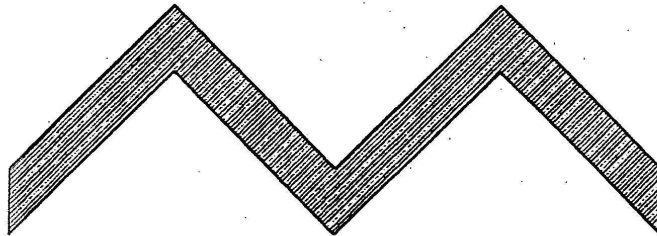


FIG. 13E

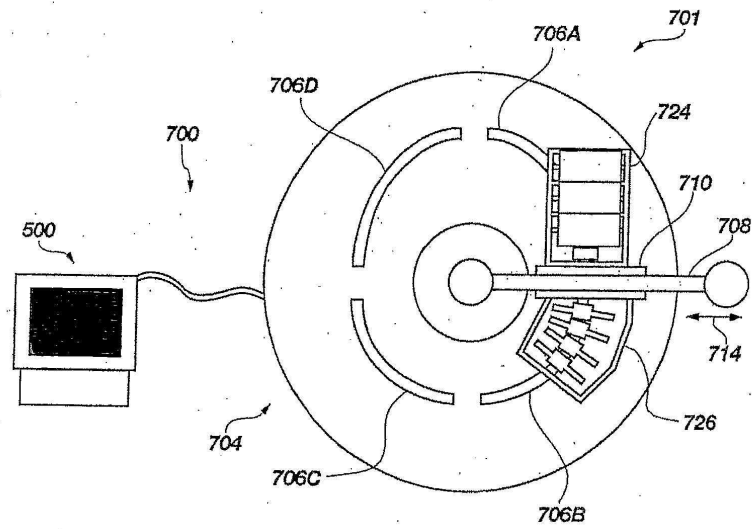


FIG. 14A

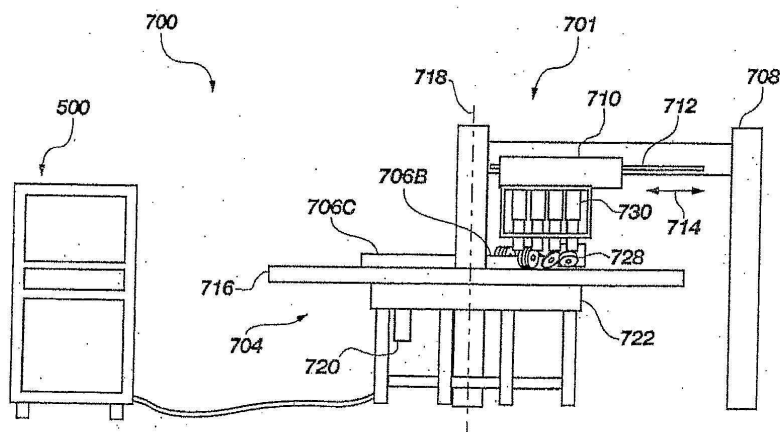


FIG. 14B

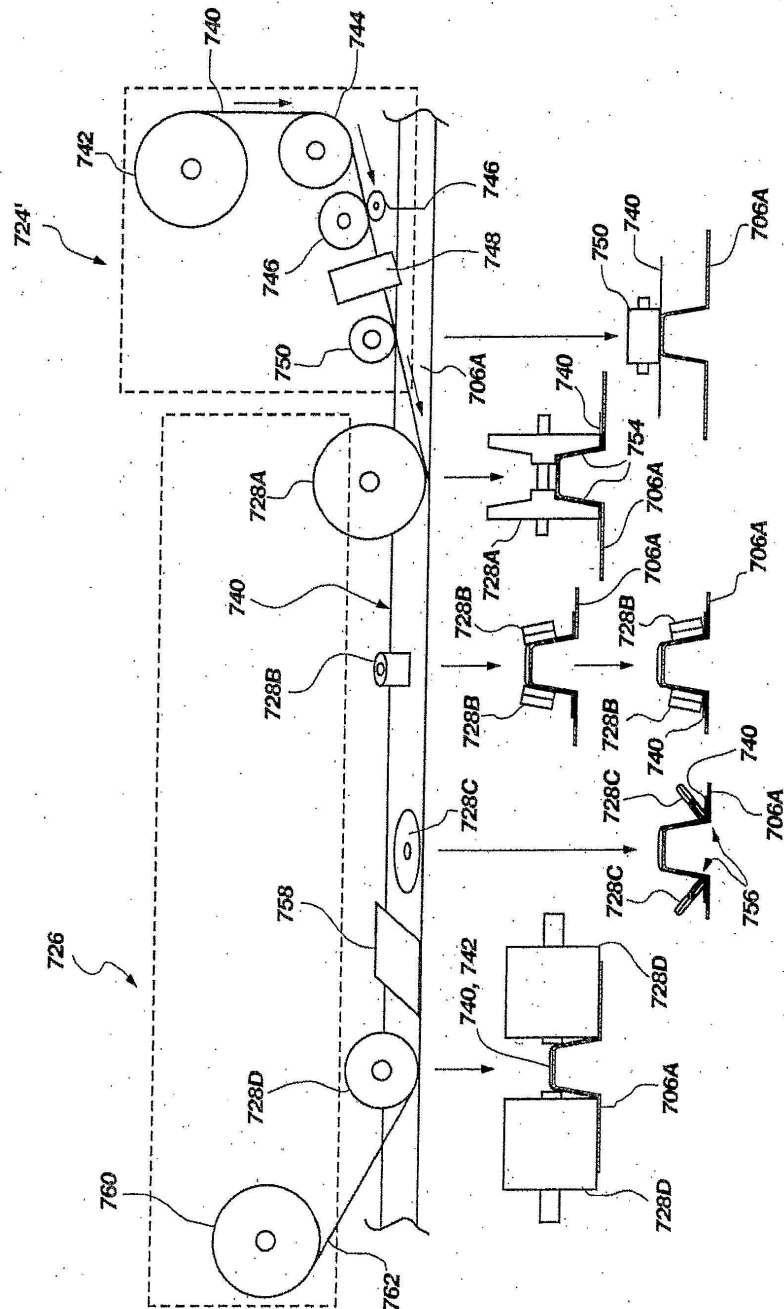
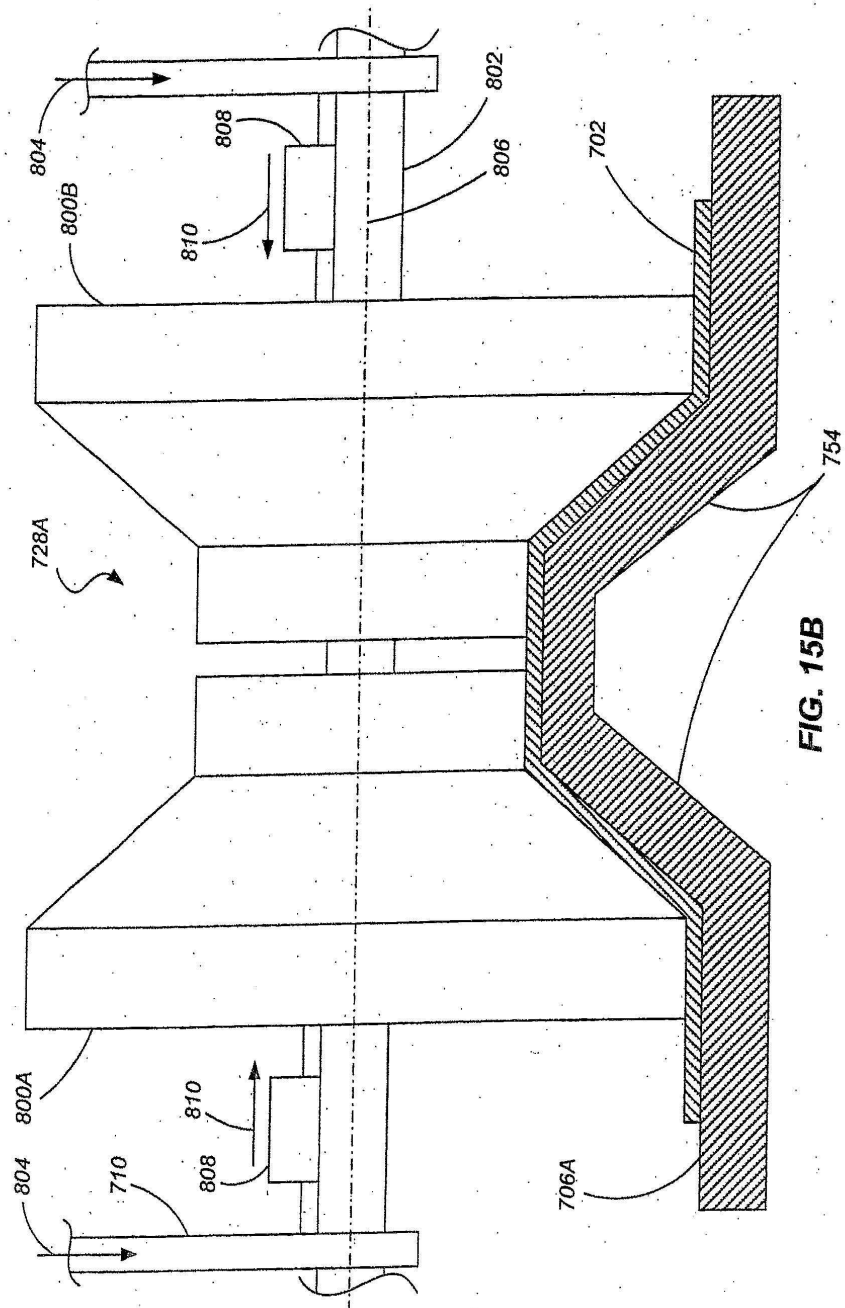
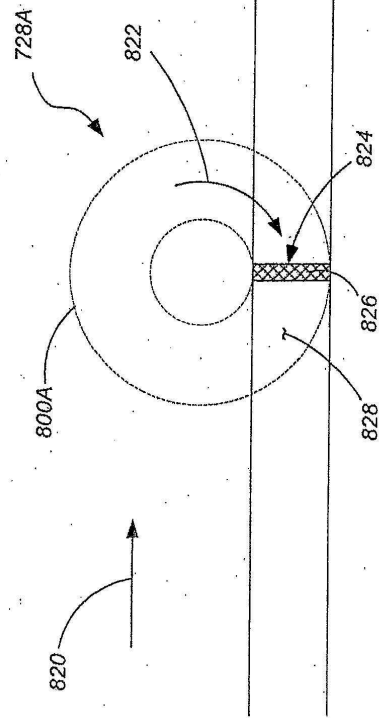
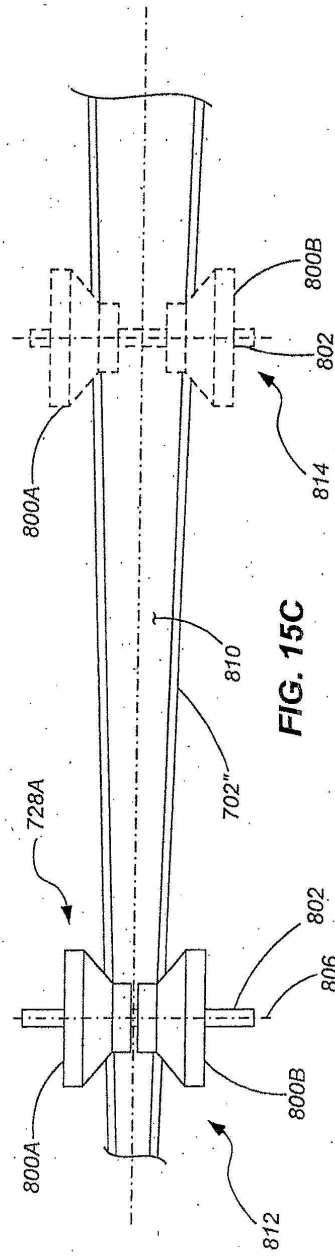


FIG. 15A





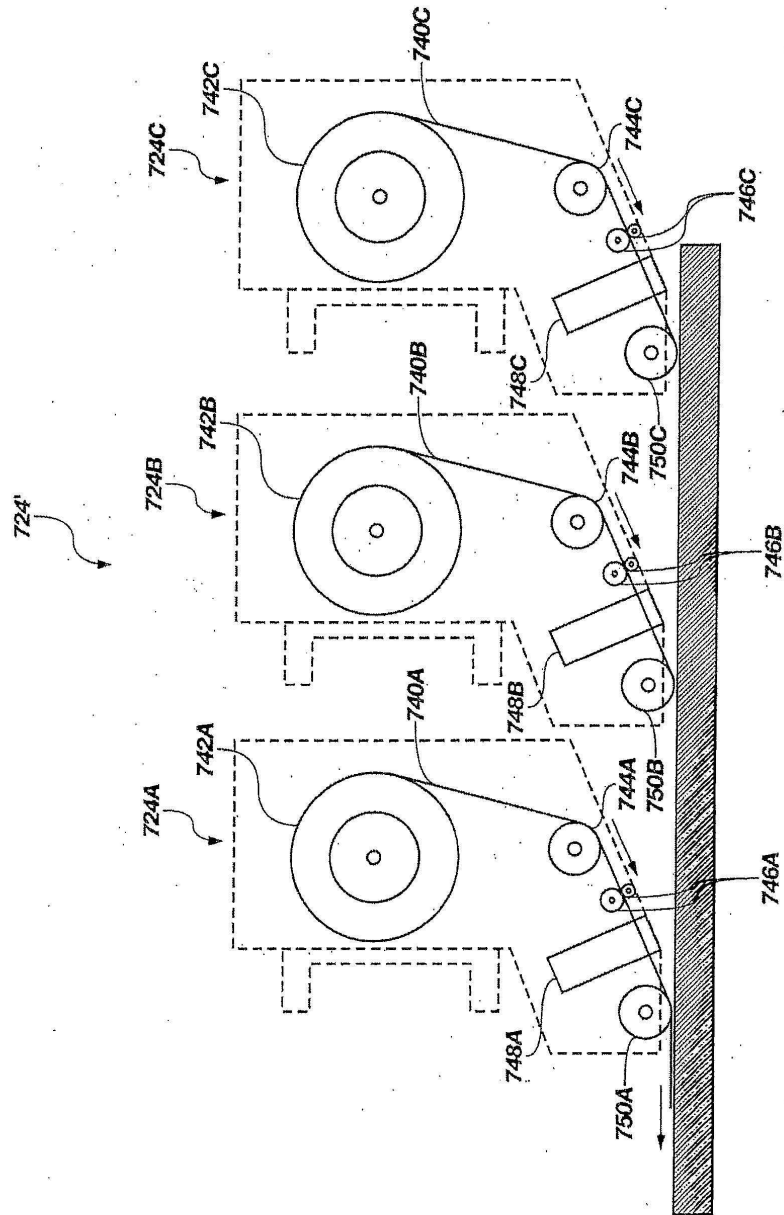
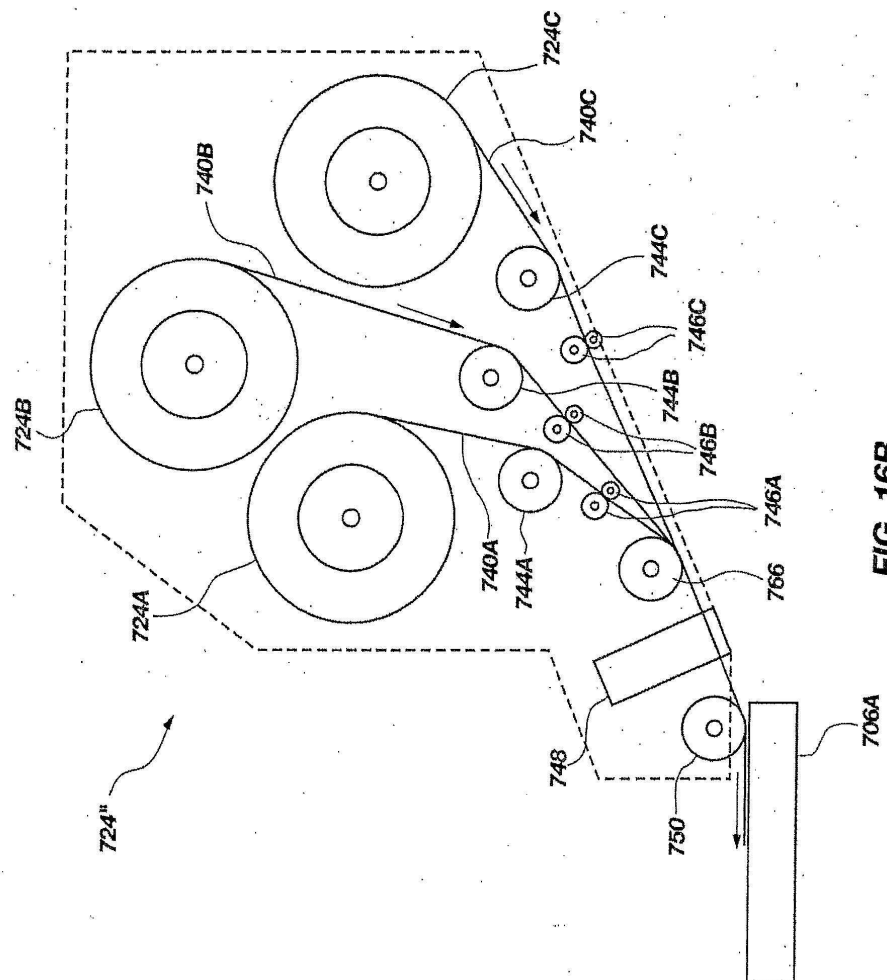


FIG. 16A



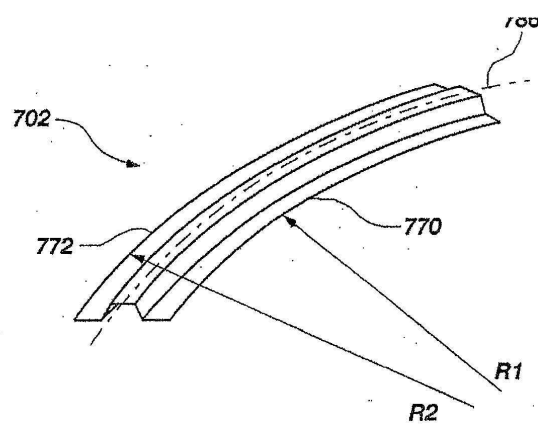


FIG. 17A

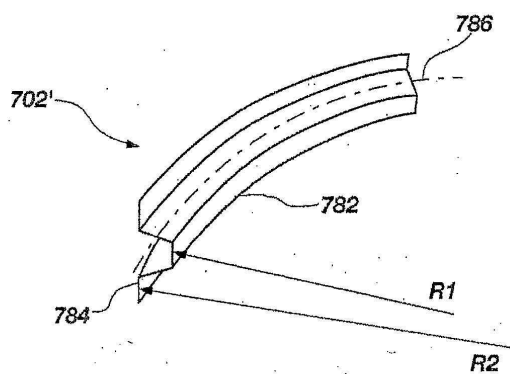


FIG. 17B

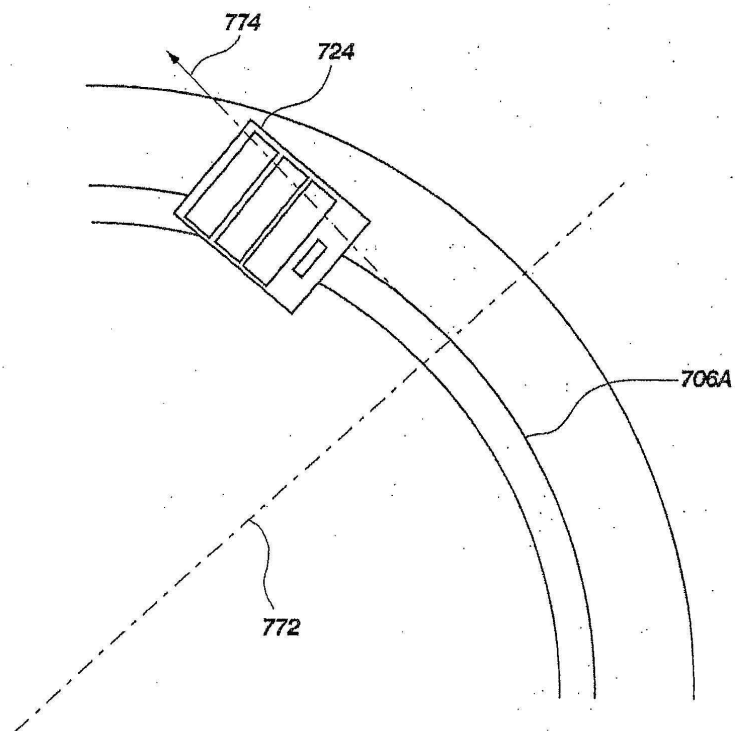


FIG. 18

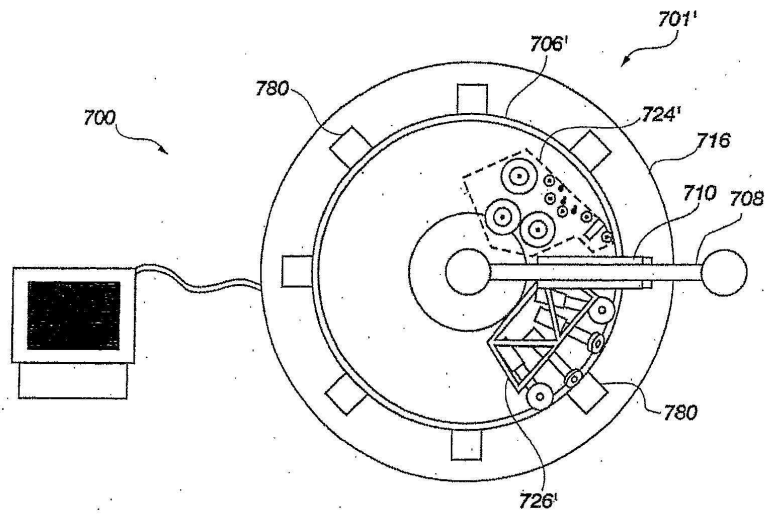


FIG. 19A

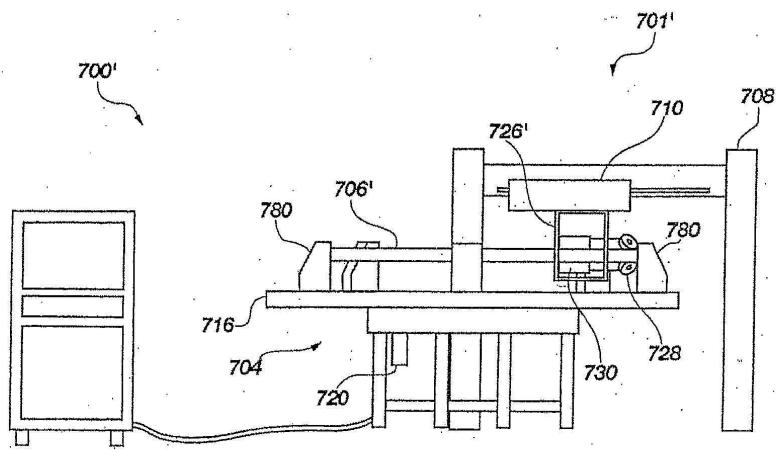


FIG. 19B

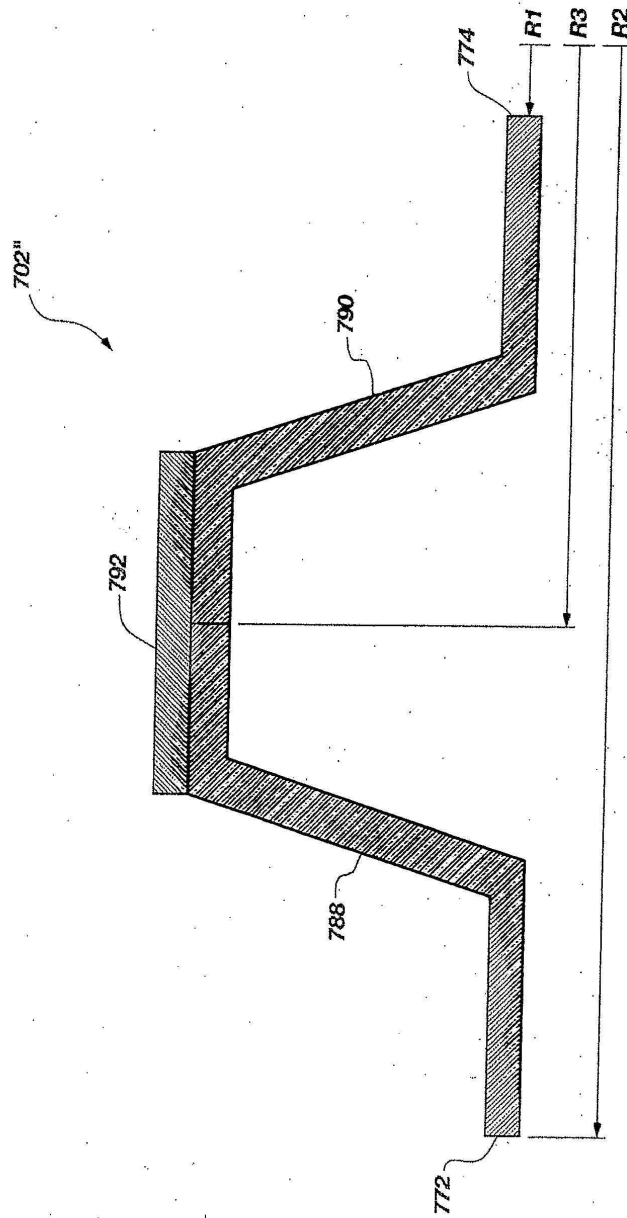
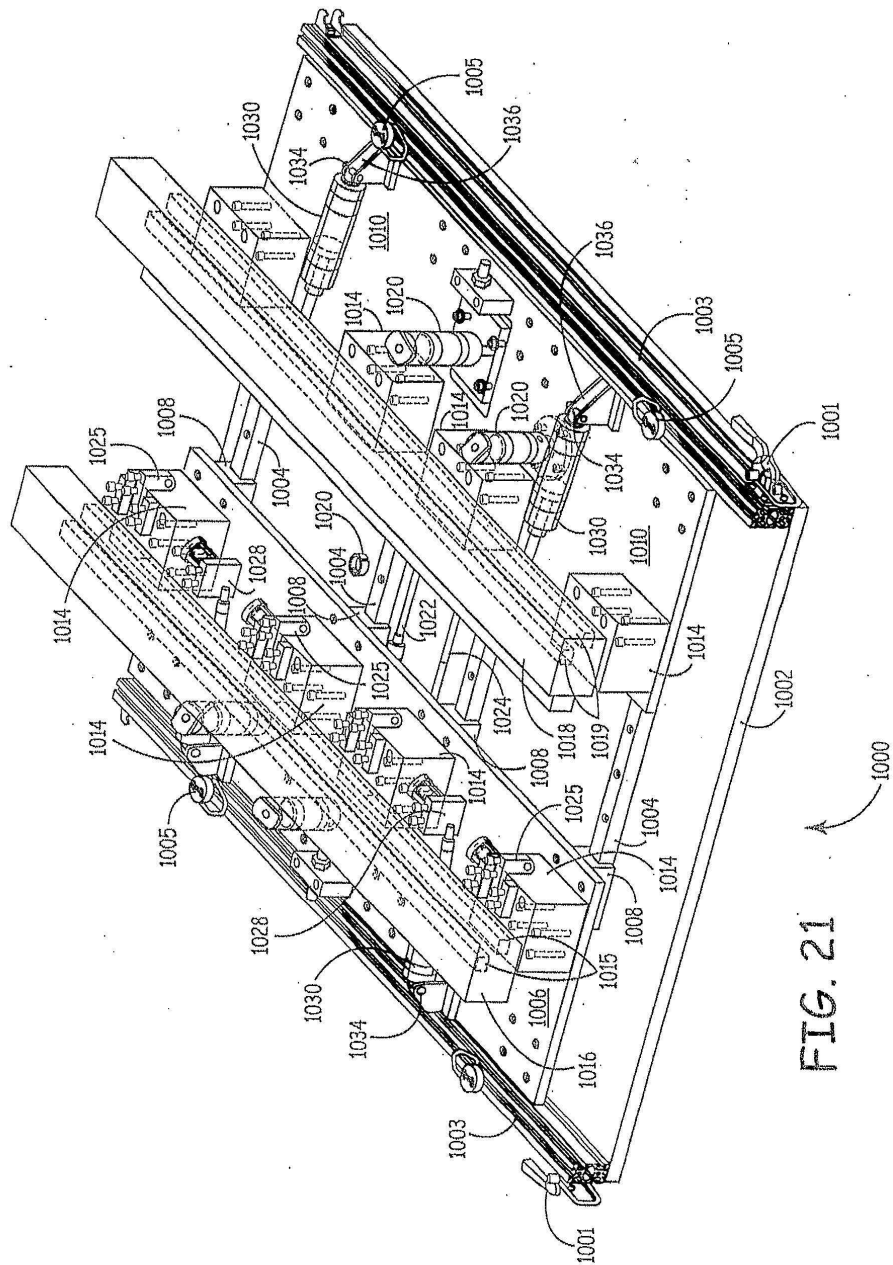


FIG. 20



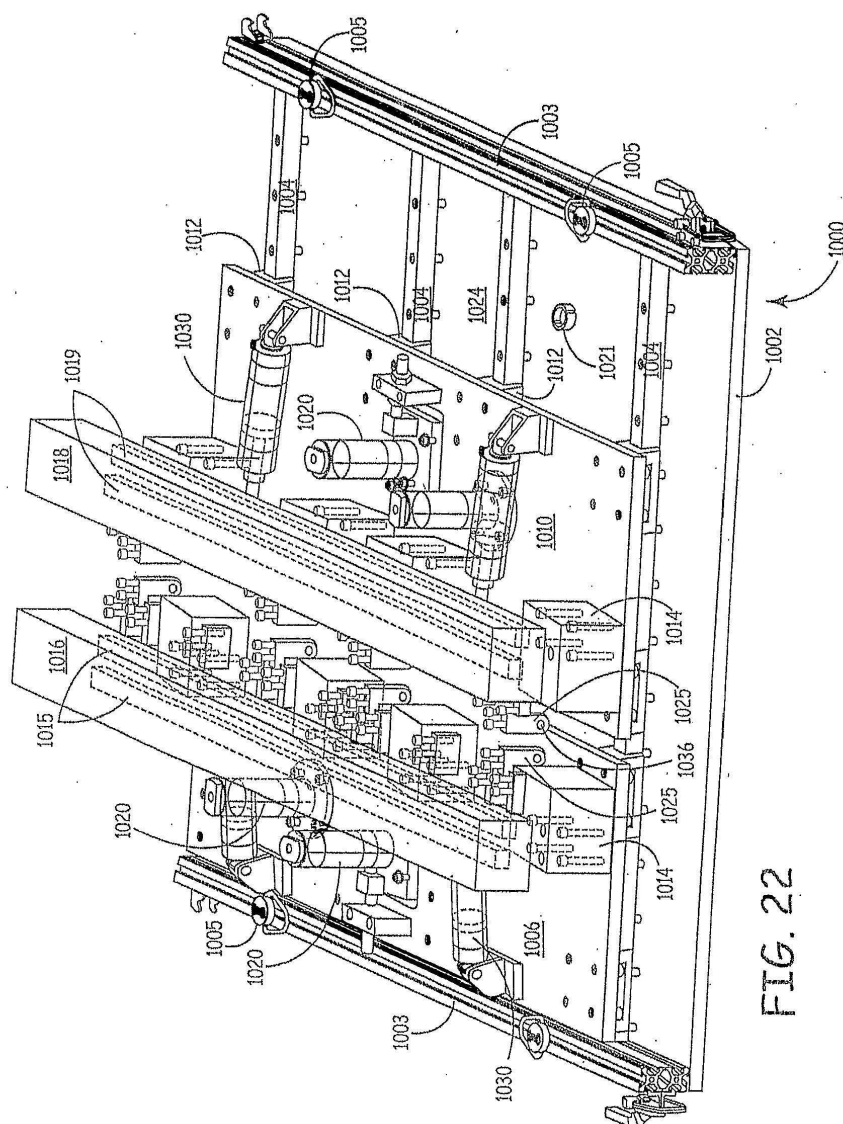


FIG. 22

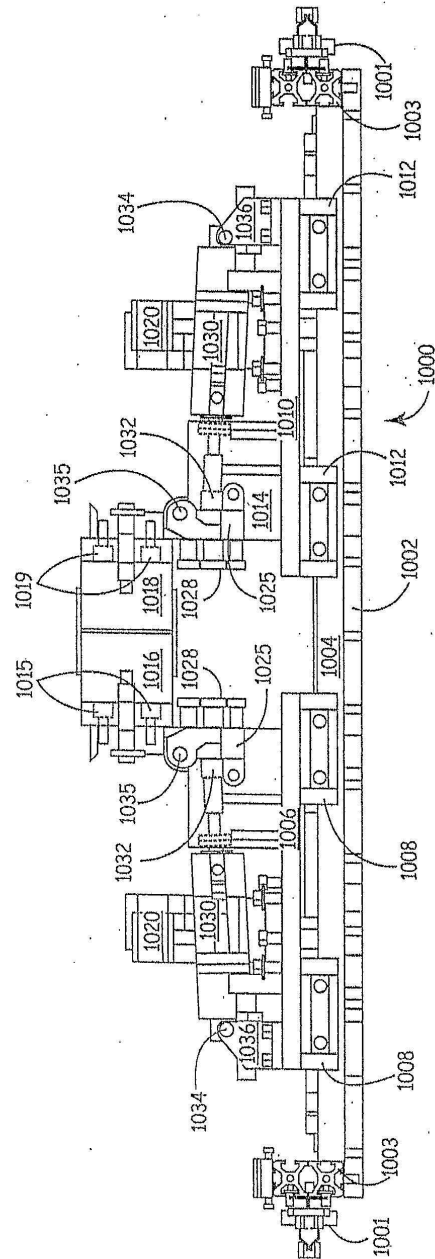
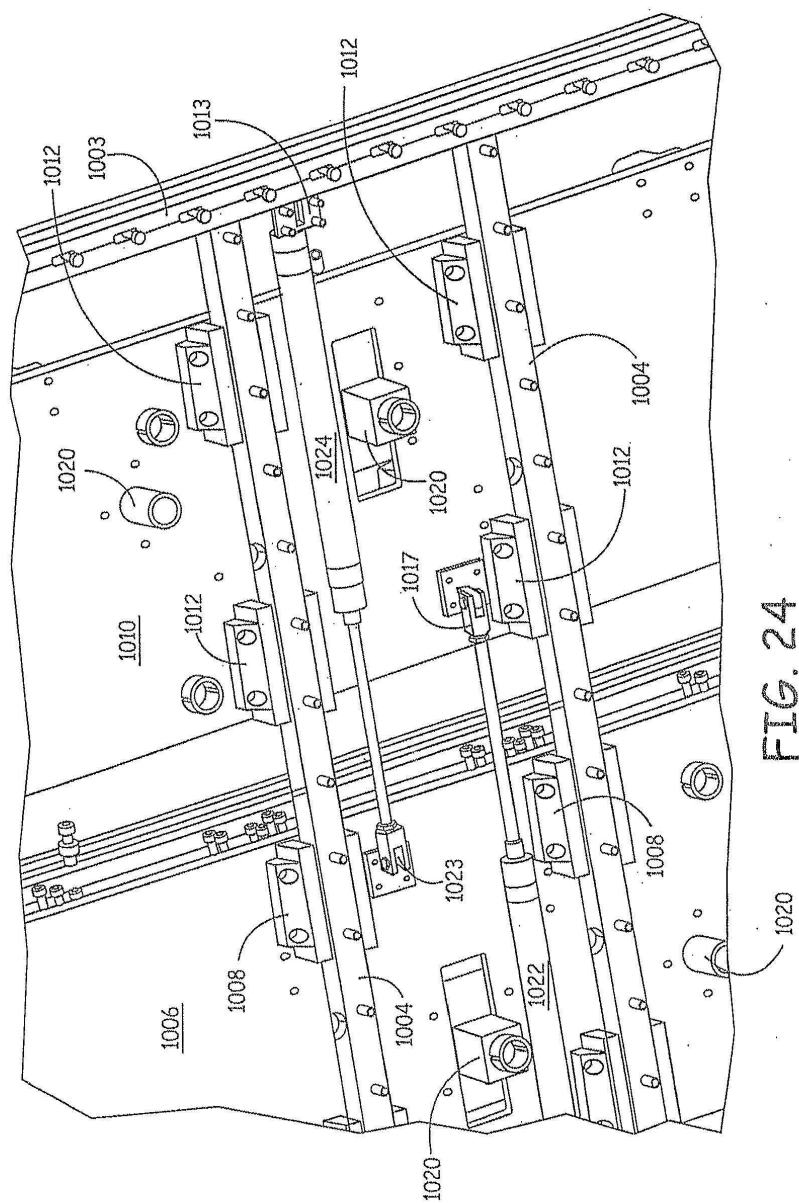


FIG. 23



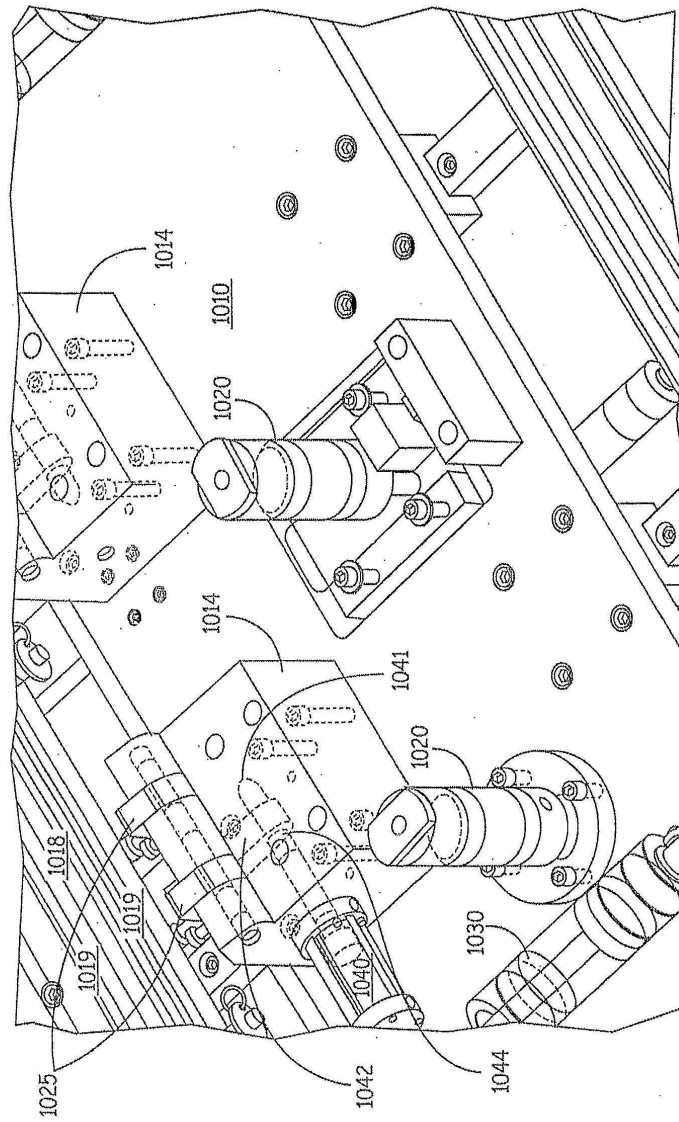


FIG. 25A

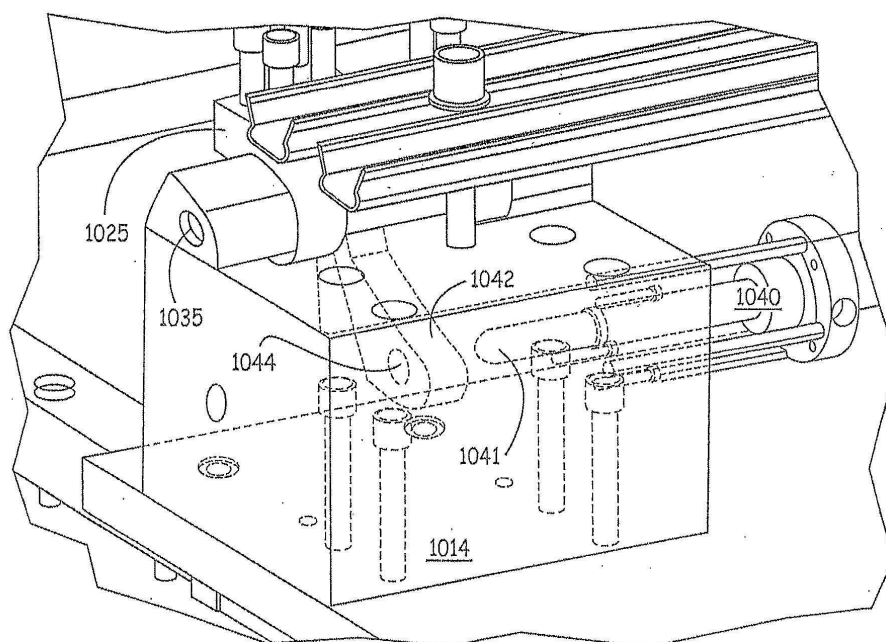


FIG. 25B

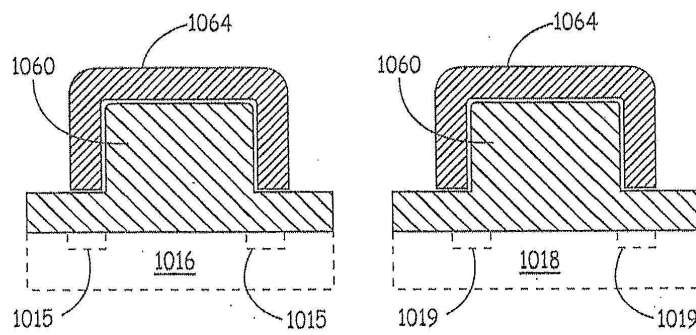


FIG. 26

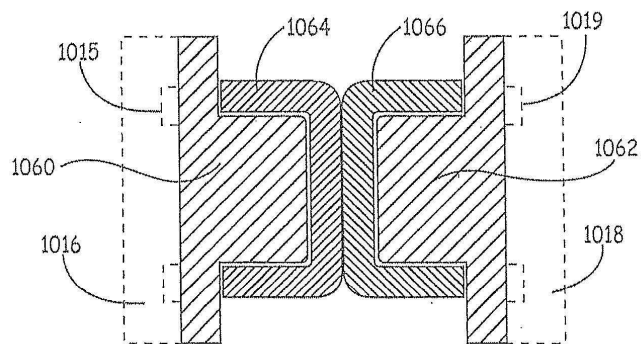


FIG. 27

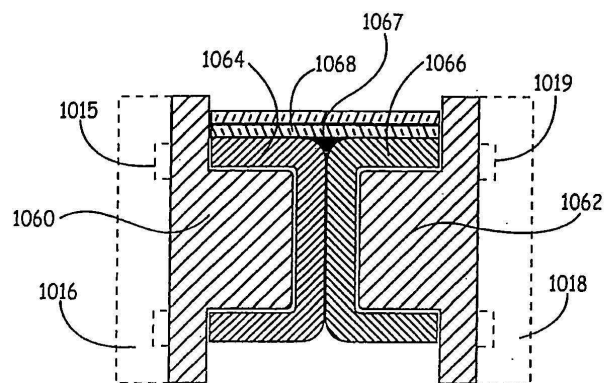


FIG. 28

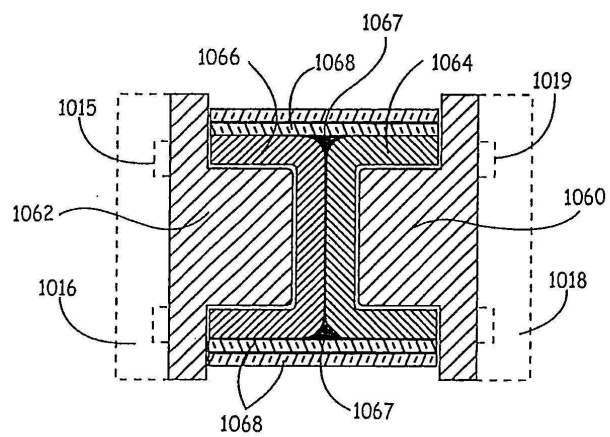


FIG. 29