



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 702**

51 Int. Cl.:
B29C 33/30 (2006.01)
B29C 70/34 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03077556 .3**
96 Fecha de presentación : **14.08.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1393873**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2004**

54 Título: **Máquina y método de conformado de un larguero compuesto.**

30 Prioridad: **30.08.2002 US 233269**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.10.2011

73 Titular/es: **THE BOEING COMPANY**
100 North Riverside Plaza
Chicago, Illinois 60606-2016, US

72 Inventor/es: **Willden, Kurtis S.;**
Henderson, Raymond N.;
Pfitzner, Gary E.;
Parekh, Surenda R. y
Harris, Christopher G.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 365 702 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

Máquina y método de conformado de un larguero compuesto

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere generalmente a la formación de partes de laminado de fibra compuesta, y, más específicamente, al conformado de materiales compuestos.

10 Antecedentes de la invención

Los materiales compuestos, incluyendo laminados impregnados con fibra de carbono epoxi, se usan normalmente en aplicaciones que requieren alta resistencia y ligereza. La formación de envases o cargas de capas de material compuesto se ha realizado generalmente a mano, especialmente cuando las capas de laminado de los materiales compuestos superan 0,635 cm (0,25 pulgadas) en espesor. La formación de cargas de material compuesto con forma de compuestos grandes sobre una herramienta de conformado o mandril puede durar normalmente de 2 a 3 días. Las partes confinadas se curan después.

Se han utilizado máquinas para formar cargas de material compuesto sobre el mandril de conformado. Sin embargo, estos métodos y sistemas no han sido capaces de formar cargas compuestas con capas de laminado agregadas de espesor mayor de 0,635 cm (0,25 pulgadas) sin pandeo o deformación de fibra fuera del plano. Adicionalmente, los sistemas de conformado se han configurado para la fabricación de una sola parte y no han sido reconfigurables. El alineamiento de las cargas compuestas sobre los mandriles antes de la formación ha sido difícil. También, en múltiples instalaciones de fabricación de las partes, el almacenamiento, transporte, y manejo de mandriles y dispositivos de formación para diferentes partes ha sido difícil, especialmente cuando múltiples partes largas, tales como largueros para aeronaves, se están fabricando.

Por consiguiente, existe una necesidad de métodos de formación de cargas compuestas y sistemas que forman de forma flexible una multitud de partes, incluyendo partes con superficies complejas o espesores de capa mayores de 0,635 cm (0,25 pulgadas), que alineen rápidamente las cargas compuestas con respecto a los mandriles de conformado, y proporcionen medios eficientes y eficaces en el espacio para manejar y manipular los componentes de máquina requeridos para formar partes compuestas a gran escala.

El documento WO 96/06725 describe un aparato de conformado al vacío en caliente en el que se coloca una carga compuesta dentro de una cámara de vacío con mandriles confinados que se colocan en la parte superior de la carga compuesta y la cámara de vacío se cierra.

Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un método y aparato de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 15 se proporcionan para colocar una carga compuesta sobre un mandril.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones preferidas y alternativas de la presente invención se describen en detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

La FIGURA 1 es un dibujo isométrico de un ejemplo de prensa de conformado de la presente invención;
 La FIGURA 2 es una vista extrema de una prensa de conformado de la presente invención;
 La FIGURA 3A es una vista superior de un ejemplo de herramienta de mandril;
 La FIGURA 3B es una vista superior de un ejemplo de prensa de conformado;
 La FIGURA 4A es una vista superior de un ejemplo de alineamiento de la herramienta de mandril y el marco;
 La FIGURA 4B es una vista ampliada de un ejemplo de una ranura ahusada y perno de localización de la presente invención;
 La FIGURA 5A es una vista lateral de un ejemplo de dispositivo de transporte de herramienta y elevación;
 La FIGURA 5B es una vista superior de un ejemplo de dispositivo de transporte de herramienta y elevación;
 La FIGURA 6 es una vista isométrica de un ejemplo de dispositivo de arrastre de la carga de la presente invención;
 La FIGURA 7A es una vista lateral izquierda de un ejemplo de dispositivo de alineamiento de la carga de una realización preferida de la presente invención;
 La FIGURA 7B es una vista lateral derecha de un ejemplo de dispositivo de alineamiento de la carga de una realización preferida; y

La FIGURA 7C es una vista frontal de un ejemplo de dispositivo de alineamiento de la carga de una realización preferida de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 5 Se proporcionan una máquina y método para formar materiales compuestos.
- 10 La FIGURA 1 ilustra un ejemplo de prensa de conformado de la presente invención. En esta realización, la máquina 10 tiene un marco 12 con un lado abierto 14. Una herramienta de mandril 90 se ajusta de forma extraíble dentro del lado abierto 14 del marco 12. Las partes compuestas tales como vigas y largueros de aeronave pueden formarse mediante la máquina 10. Puede utilizarse cualquier configuración adecuada del marco 12 que siga la herramienta de mandril 90 para ajustarse de forma extraíble dentro del marco 12. A modo de ejemplo, en lugar de un lado abierto 14, la herramienta de mandril 90 puede ajustarse de forma adecuada en el marco 12 a través de un extremo.
- 15 En la realización mostrada en la FIGURA 1, el marco 12 es de aproximadamente (14,630 m) (48 pies) de largo, y el lado abierto 14 permite el acceso para una herramienta de mandril 90 de 13,10 cm (43 pies) de largo. El marco tiene una pluralidad de miembros transversales 13 y patas 15. El marco 12 se apoya en una superficie que se ha nivelado a más o menos 0,25 cm (0,1 pulgada). Se apreciará que cualquier superficie o cojinete uniforme adecuado puede utilizarse para la máquina 10 y la herramienta de mandril 90.
- 20 La FIGURA 2 es una vista extrema del ejemplo de máquina 10 ilustrada en la FIGURA 1 y muestra los detalles de la prensa de conformado 10 y la herramienta de mandril 90. Unidos de forma móvil al marco 12 están las vigas de formación 20 utilizadas para formar una carga de material compuesto (no mostrado) sobre un mandril 92 unido a la herramienta de mandril 90. El mandril 92 se configura para formar la parte que se moldea por la máquina 10 cuando la carga compuesta se moldea sobre el mandril 92. En esta realización, las vigas de formación 20 se sujetan mediante cojinetes de viga de formación 22 que se montan en cojinetes lineales 23 unidos al marco 12. Los cojinetes lineales 23 permiten que las vigas de formación 20 se coloquen contra el mandril 92 para formar la carga compuesta sobre el mandril 92. Las vigas de formación se colocan utilizando gatos de rosca acme y servomotores (no mostrado). Las vigas de formación 20 se suspenden por debajo del marco 12 de la máquina 10 con los cojinetes lineales grandes 23 permitiendo el movimiento lateral de las vigas. Las vigas de formación 20 se segmentan en las posiciones del cojinete lineal 23 a fin de que las vigas de formación puedan doblarse o volver a configurarse para hacer coincidir los ahusamientos, curvas cerradas, o grandes contornos del mandril. Se apreciará que colocando de forma flexible los segmentos de las vigas de formación 20 permite que la máquina 10 que se va a configurar haga coincidir la forma de muchos mandriles diferentes, y formar de este modo una amplia variedad de partes compuestas, tales como largueros con ahusamientos o muescas o vigas curvadas.
- 25 Los accionadores se localizan en los puntos de pivote (no mostrado) entre los segmentos de las vigas de formación 20. Aunque en esta realización los accionadores utilizan tornillos de rosca acme y servomotores (no mostrado), se apreciará que puede utilizarse cualquier método adecuado para mover las vigas de formación y sujetarlas en una posición con respecto al mandril 92. Por ejemplo, las vigas de formación 20 se accionan de forma adecuada con cilindros neumáticos y pernos de ajuste, cilindros hidráulicos, solenoides eléctricos, motores lineales, o gatos de tijera. Las cámaras de aire de formación 28 se unen a las vigas de formación 20. En una realización, las cámaras de aire de formación 28 son mangueras para incendios de forma adecuada. Se apreciará que cualquier material flexible o pivotante adecuado puede utilizarse para presionar la carga compuesta contra el mandril 92.
- 30 También aparecen unidos a las vigas de formación 20 soportes de carga 26 que soportan las partes de la carga compuesta (no mostrado) que cuelgan por encima del mandril 92 antes de que se presionen contra la herramienta de mandril mediante la cámara de aire de formación 28.
- 35 La combinación de las vigas de formación 20, el mandril 92, y los soportes de carga 26 implementan el método de formación de la solicitud relacionada que se ha identificado anteriormente, "Método de Formación para Materiales Compuestos". Se apreciará también que la máquina de esta invención y sus sistemas de componentes pueden utilizarse en otros métodos de formación.
- 40 Las partes que cuelgan por encima de la carga compuesta que se impulsa contra el mandril 92 se sujetan en forma de "S" mediante la cámara de aire de formación 28 y el soporte de carga 26. Este método minimiza el área y la cantidad de deslizamiento en el que las capas de laminado de carga compuesta se deslizan más allá de las otras según se doblan sobre el mandril 92. El método también asiste en mantener las capas de laminado en tensión según tiene lugar el proceso de formación. Soportando las partes no formadas de la carga compuesta y doblando progresivamente la carga compuesta para mantener una forma de "S" minimiza la deformación de fibra fuera del plano.
- 45 En la realización mostrada en la FIGURA 2, las cámaras de aire o placas de captura no se utilizan para sujetar la carga compuesta contra los soportes de carga 26 durante la formación. En lugar de eso, el agarrotamiento de la carga compuesta sirve para sujetar las partes no formadas de la carga compuesta contra los soportes de carga 26, y por lo tanto sustancialmente paralelas con respecto a la superficie superior del mandril 92. Sustancialmente paralelo
- 50
- 55
- 60
- 65

incluye de forma adecuada un ángulo que varía desde paralelo con respecto a la superficie superior del mandril 92 (0°) hasta un pequeño ángulo de hasta 20°. Por lo tanto, en esta realización, la formación tiene lugar sin una cámara de aire de captura o una placa de captura.

5 La herramienta de mandril 90 con el mandril 92 se eleva dentro del marco 12 entre las vigas de formación 20, formando y moldeando de este modo la carga compuesta. En otras realizaciones, las vigas de formación 20 se hacen descender sobre un mandril fijo 92. Se apreciará que cualquier método y orientación del movimiento de las vigas de formación 20 hacia el mandril 92 adecuados conseguirá la formación de la carga compuesta.

10 Unidas a los soportes de carga 26 aparecen placas calefactoras 24 que calientan la carga compuesta, y ablandan la misma durante el proceso de formación. Las placas calefactoras 24 se colocan en los soportes de carga 26. Las placas calefactoras 24 pueden extenderse o retraerse hacia el mandril 92 mediante cilindros neumáticos 27 controlados mediante un controlador de conformado (no mostrado). Proporcionado a modo de ejemplo no limitante, las placas calefactoras 24 son calentadores de resistencia de corriente alterna (VAC) de 480 voltios adecuados
15 intercalados entre placas de aluminio con un tope no metálico en el borde que estará en contacto con el mandril 92. Sin embargo, pueden usarse otras fuentes térmicas como adecuadas para una aplicación particular. A modo de ejemplo, las fuentes térmicas alternas pueden incluir pistolas térmicas de aire caliente o lámparas infrarrojas. Se apreciará que en algunas aplicaciones de formación las placas calefactoras no se requerirán de forma adecuada para formar la carga compuesta, y soportes de carga fijos o móviles 26, sin placas calefactoras 24, soportarían
20 después la carga compuesta durante la formación.

Unido de forma móvil al marco 12 aparece un dispositivo de arrastre de la carga 50 que arrastra la carga compuesta (no mostrado) a lo largo y sobre el mandril 92 y los soportes de carga 26. El dispositivo de arrastre de la carga 50
25 carga de este modo la carga compuesta en la máquina 10. El dispositivo de arrastre de la carga 50 se describe en detalle junto con la FIGURA 6 a continuación.

La máquina 10 se equipa con un eliminador de película trasera 30. El eliminador de película trasera 30 retira una película trasera (no mostrado) desde el lado inferior de la carga compuesta (no mostrado) como se dibuja en la máquina 10. La película trasera (no mostrada) se utiliza en algunas aplicaciones de formación como una
30 cimentación para capas compuestas colocadas por una máquina para el tendido de cintas controlada por control numérico por ordenador (CNC). El eliminador de película trasera incluye un rodillo de película trasera 32 accionado por un motor (no mostrado) que extrae la película trasera de la carga compuesta y sobre el rodillo de película trasera 32. La película trasera es típicamente una lámina plástica y se rompe a partir de la carga compuesta ya que la carga compuesta se retira a través de una barra de rotura 34. La barra de rotura se une al marco 12. En esta realización, el
35 motor acciona el rodillo de película trasera 32, a través de un embrague de resbalamiento (no mostrado), funciona a una velocidad ligeramente más rápida que el dispositivo de arrastre de la carga 50 arrastrando la carga compuesta a través de la barra de rotura. Esto mantiene la película trasera en tensión para retirar la película de la carga compuesta sin desgarrar. El eliminador de película trasera 30 se localiza en el extremo del marco 12 en el que la carga compuesta se carga en la máquina 10. Proporcionado a modo de ejemplo no limitante, el rodillo de película trasera 32 es de forma adecuada un rodillo desechable o reemplazable. Este sistema descascarilla y retira la película trasera de la parte inferior de la carga compuesta según se carga en la máquina 10 mediante el dispositivo de arrastre de la carga 50. Una esquina de radio pequeño de una barra cuadrada funciona como la barra de rotura 34 y rompe el enlace entre la película trasera y la parte inferior de la carga compuesta. La película se enrolla
40 después en torno al rodillo de película trasera desechable 32.

45 Durante la formación, la herramienta de mandril 90 que sujeta el mandril 92 se eleva verticalmente dentro del marco 12. Esto presiona el mandril 92 hacia arriba entre las vigas de formación 20 y moldea la carga compuesta sobre el mandril 92. La herramienta de mandril 90 se eleva mediante el dispositivo de transporte y elevación de herramienta
50 ilustrado en las FIGURAS 5A y 5B.

La posición y configuraciones de las vigas de formación 20 y las placas calefactoras 24 se controlan mediante un controlador de conformado (no mostrado) que configura las vigas de formación 20 y las placas calefactoras 24 alineadas con el mandril en posiciones adecuadas para formar la carga compuesta. Las vigas de formación 20 corresponden con la forma del mandril 92. Las placas calefactoras 24 se colocan cerca o contra el mandril 92. El
55 mandril 92 puede tener curvas, muescas, vueltas o desviaciones que coinciden por las vigas de formación y las placas calefactoras, y se ajustan en la posición por el controlador de conformado. Se apreciará que cualquier controlador de máquina adecuado puede utilizarse para configurar la máquina 10 para un mandril dado 92. Como alternativa, las vigas de formación 20 y las placas calefactoras 24 pueden colocarse manualmente usando medidas manuales.

60 La FIGURA 3A es una vista superior de un ejemplo de herramienta de mandril 90. La herramienta de mandril se soporta en las patas 91. En esta realización, las patas 91 se unen a la herramienta de mandril 90 y permanecen unidas a la herramienta de mandril 90, incluso durante la formación. Por lo tanto, el almacenamiento separado para las patas no se requiere, y la herramienta de mandril 90 puede almacenarse en sus propias patas 91. Unido a la
65 herramienta de mandril 90 aparece el mandril 92 sobre el cual se forman los materiales compuestos o cargas. El mandril 92 mostrado en la FIGURA 3A se curva a lo largo de su longitud. El mandril 92 puede tener cualquier forma

o configuración que permita la formación de las cargas compuestas con niveles aceptables de deformación de fibra fuera del plano.

5 La FIGURA 3B muestra una realización ejemplar de la máquina 10 de la presente invención configurada para hacer coincidir los contornos del mandril 92 (FIGURA 3A). Las dos vigas de formación 20 se dividen cada una en cuatro segmentos que se pueden colocar independientemente 20A. Los segmentos 20A se conectan entre sí mediante bisagras de viga 21. También hay bisagras de viga 21 en los extremos de cada viga de formación 20. Las bisagras de viga 21 se unen a los accionadores (no mostrados). Los accionadores se unen al marco 12 de la máquina 10, permitiendo que los segmentos 20A que se van a colocar correspondan con la forma del mandril 92. La realización de ejemplo mostrada en la FIGURA 3B muestra las vigas de formación 20 configuradas para el mandril 92 de la FIGURA 3A. En esta configuración de ejemplo, las vigas de formación 20 se separan más ampliamente en un extremo que en el otro. Las vigas de formación 20 también forman curvas convexas y cóncavas que coinciden con el mandril 92. Se apreciará que los segmentos 20A pueden colocarse y sujetarse en cualquier forma posible para coincidir con cualquier mandril 92. Por ejemplo, los segmentos 20A no necesitan abisagrarse pero pueden pivotar. A modo de ejemplo adicional, los segmentos A no necesitan conectarse directamente entre sí, pero pueden colocarse separada e independientemente de forma adecuada, permitiendo mayor flexibilidad para formar cargas compuestas sobre mandriles con forma compleja. De forma similar, las vigas de formación 20 pueden unirse al marco 12 en cualquier manera adecuada permitiendo el ajuste de su posición con respecto al mandril 92. Se apreciará que un marco 12 puede no ser necesario cuando se proporcionan medios adecuados para colocar y mover las vigas de formación segmentadas 20 con respecto al mandril 92. Por ejemplo, los sistemas hidráulicos montados a la herramienta de mandril 90 o a una superficie fija podrían colocar y mover las vigas de formación 20 con respecto al mandril 92 o podrían sujetar las vigas de formación 20 en una posición fija ya que el mandril 92 se mueve con respecto a las vigas de formación 20.

25 También se apreciará que una viga de formación unitaria flexible o que se puede doblar 20 formaría una forma conformable al mandril 92 de la Figura 3A, de la misma manera que una viga de formación segmentada 20. De forma similar, uno o más de los segmentos 20A puede ser flexible o se puede doblar, proporcionando versatilidad en la conformación a las superficies de mandril complejas 92. A modo de ejemplo, una viga de formación flexible o que se puede doblar 20 o segmento 20A puede doblarse y sujetarse en su lugar mediante accionadores (no mostrado) de la misma manera que la viga de formación segmentada 20.

En el ejemplo mostrado en la FIGURA 3B, las vigas de formación 20 tienen cada una 4 segmentos. En otras realizaciones puede usarse un número de segmentos diferente, tal como una prensa de conformado con vigas de formación de 5 segmentos 20.

35 La FIGURA 4A muestra una realización del sistema de colocación de la herramienta de mandril 90 y el método de la presente invención. La herramienta de mandril 90 se coloca contra el marco 12. La herramienta de mandril 90 porta el mandril 92. La herramienta de mandril 90 tiene dos placas de zócalo 94 que ajustan en las ranuras 16 unidas al marco 12. Las placas de zócalo 94 ajustan en las ranuras 16. La herramienta de mandril 90 se hace descender después, con los orificios de localización 95 en las placas de zócalo 94 que se deslizan sobre los pernos de localización biselados 18 que colocan la herramienta de mandril 90 en una posición fija con respecto al marco 12. Cuando las placas de zócalo 94 se insertan en la ranura 16 y la herramienta de mandril 90 se hace descender sobre los pernos de localización 18, la línea central de la herramienta de mandril 90 está alineada con la línea central del marco 12. Se apreciará que las ranuras 16 y las placas de zócalo 94 pueden ahusarse o redondearse para coincidir de forma adecuada entre sí, colocando la herramienta de mandril 90. También se apreciará que el perno de localización 18 no necesita ser cilíndrico o biselado, pero puede tener cualquier forma adecuada para que coincida con el orificio de localización correspondiente 95. A modo de ejemplo, el perno de localización 18 puede tener forma de cuenta o piramidal. De forma alternativa, a modo de ejemplo, la ranura 16 y el perno de localización 18 pueden unirse a la herramienta de mandril 90, y las placas de zócalo 94 y los orificios de localización 95 pueden unirse al marco 12, colocando la herramienta de mandril 90 en una posición fija con respecto al marco 12 de la misma manera que la realización mostrada en la FIGURA 4A.

La FIGURA 4B es un vista superior ampliada de la herramienta de mandril 90 con su placa de zócalo unida 94. La placa de zócalo se redondea y se desliza en la ranura correspondiente 16 unida al marco 12. La herramienta de mandril 90 con su placa de zócalo unida 94 se hace descender después sobre el perno biselado 18, colocando de este modo la herramienta de mandril 90. La colocación de la herramienta de mandril 90 se consigue elevando y moviendo la herramienta de mandril 90 con un dispositivo de transporte y elevación de herramienta, tal como el mostrado en las FIGURAS 5A y 5B. La herramienta de mandril 90 se transporta en cojinetes de aire a la máquina 10 y se colocan contra el marco 12. La herramienta de mandril 90 se localiza aproximadamente dentro del marco 12. Los operarios manejan la herramienta de mandril 90 a fin de que los extremos redondeados de las placas de zócalo 94 se alineen con las ranuras ahusadas 16 unidas al marco 12 por encima de los pernos de localización 18. En esta realización de ejemplo, la forma ahusada de la ranura 16 ayuda a la guía de las placas de zócalo 94 en su posición. Los cojinetes de aire en el dispositivo de transporte y elevación de herramienta se desinflan y el dispositivo de elevación de transporte de la herramienta se acomoda en la superficie con la posición de la herramienta de mandril 90 controlada por los orificios de localización 95 y los pernos de localización 18. La herramienta de mandril 90 se alinea por tanto con la línea central del marco 12. Con los cojinetes de aire desinflados, la posición horizontal de la

herramienta de mandril 90 se fija por fricción en la superficie. La herramienta de mandril 90, unida con el mandril 92, puede elevarse después en las vigas de formación de la prensa de conformado (no mostrado) en su posición adecuada para moldear la carga compuesta. La posición del mandril durante la formación se fija por sujeción mediante el peso del dispositivo de elevación de transporte de herramienta (no mostrado) por debajo de la herramienta de mandril 90 contra la superficie que está por debajo. La herramienta de mandril 90 se localiza de este modo dentro de más o menos 0,25 cm (0,1 pulgada) con respecto al marco de la prensa de conformado 12. Este sistema permite la ubicación de una pluralidad de diferentes herramientas de mandril 90 en el conjunto del marco 12. Las placas de zócalo 94 ubican de este modo de forma precisa la herramienta de mandril 90 dentro del marco 12. Sin embargo, se apreciará que la posición precisa del dispositivo de transporte y elevación de la herramienta (no mostrado) por debajo de la herramienta de mandril 90 no es crítica con respecto al proceso de colocación de la herramienta de mandril 90 y la elevación de la misma dentro del marco 12.

La FIGURA 5A es una vista lateral de un dispositivo de transporte y elevación de herramienta (TTLD) 100 que porta y eleva la herramienta de mandril 90 (mostrado en forma imaginaria). El TTLD 100 tiene un marco 105. Conectado al marco 105 aparecen cojinetes de aire 110. Los cojinetes de aire son artículos disponibles en el mercado que son un método de fricción baja para mover el TTLD 100 y la herramienta de mandril 90 a través de una superficie. Los cojinetes de aire permiten a los operarios colocar aproximadamente el TTLD 100 y la herramienta de mandril 90 dentro de la prensa de conformado (no mostrado), sin la necesidad de energía o asistencia adicional de la prensa de conformado o cualquier otro equipo. Se apreciará que puede utilizarse cualquier método adecuado para mover el TTLD 100. Por ejemplo, cualquier forma aceptable de cojinetes o rodillos de alta carga podrían usarse para mover el TTLD 100.

Unidos al marco 105 aparecen gatos de rosca 120 que elevan la herramienta de mandril 90. En esta realización, el TTLD 100 tiene cuatro conjuntos de cojinetes de aire 110 y cuatro conjuntos de gatos de rosca y motores 120. Se apreciará que puede usarse cualquier combinación o número adecuado de cojinetes de aire 110 y gatos de rosca y motores 120 que eleven la herramienta de mandril 90 para el transporte y elevación uniforme en la prensa de conformado (no mostrado).

Proporcionado a modo de ejemplo no limitante, los gatos de rosca y motores incluyen cada uno de forma adecuada un par de tornillos de rosca acme accionados por un motor de accionamiento. Se apreciará que cualquier dispositivo de elevación adecuado, tal como elevadores hidráulicos o similares, pueden utilizarse.

La FIGURA 5B es una vista superior del TTLD 100. El marco 105 se configura para ajustar de forma extraíble la herramienta de mandril 90. El marco 105 se configura para ajustarse en torno a las patas 91 de la herramienta de mandril 90. Esto permite al TTLD 100 moverse de forma extraíble y deslizarse bajo la herramienta de mandril 90, permitiendo de este modo que la herramienta de mandril 90 se almacene mientras que el TTLD 100 se utiliza con otras herramientas de mandril. Unido al marco 105 aparecen cuatro conjuntos de gatos de rosca y motores 120 que elevan la herramienta de mandril 90. En esta realización, el TTLD 100 eleva la herramienta de mandril 90 sin retirar las patas 91 de la herramienta. Como resultado, no se requieren gatos separados para cada herramienta de mandril 90 y espacio de almacenamiento para las patas.

La FIGURA 6 es una vista isométrica del dispositivo de arrastre de la carga que arrastra una carga compuesta (no mostrada) en la prensa de conformado (no mostrado). El dispositivo de arrastre de la carga 50 se suspende desde los cojinetes lineales 36 unidos al marco 12 (no mostrado). El dispositivo de arrastre de la carga 50 tiene un brazo de arrastre 58 que sujeta un elemento de sujeción de la carga así denominado 54. El elemento de sujeción de la carga 54 se une de forma extraíble al brazo de arrastre de la carga 58. En esta realización, el dispositivo de arrastre de la carga tiene una característica de localización (no mostrada) que se alinea con un objetivo en la carga compuesta plana (no mostrada). Un elemento de sujeción de tipo palanca acodada se activa después para unir de forma precisa el elemento de sujeción de la carga 54 a la carga compuesta. Localizando de forma precisa el elemento de sujeción de la carga 54 en la carga compuesta permite que la carga compuesta se coloque de forma precisa sobre el mandril (no mostrado).

En una realización preferida en la actualidad, la carga compuesta se monta mediante una máquina para el tendido de cintas CNC que coloca capas en posiciones precisas en la carga en ángulos alternativos. Después el elemento de sujeción de la carga 54 se une a la carga compuesta (no mostrado), la carga compuesta se lleva a la prensa de conformado y el elemento de sujeción de la carga 54 se une al brazo de arrastre 58.

El dispositivo de arrastre de carga 50 se monta en los cojinetes lineales 36 unidos al marco de conformado (no mostrado) con cojinetes o soportes de arrastre de carga adecuados 56. Los cojinetes lineales 36 se localizan bajo la línea central del marco (no mostrado) de la prensa de conformado.

El dispositivo de arrastre de carga 50 se mueve a lo largo de los cojinetes lineales 36 mediante un sistema de accionamiento adecuado 52. El dispositivo de arrastre de la carga 50 carga la carga compuesta remolcando la misma por debajo de la longitud de la prensa de conformado. El sistema de accionamiento 52 acopla pistas de accionamiento adecuadas 38 que se unen al marco de conformado (no mostrado). Cuando la carga compuesta (no mostrada) se arrastra a lo largo mediante el dispositivo de arrastre de carga 50 en la prensa de conformado, la carga

compuesta se desliza en la parte superior de la superficie superior del mandril (no mostrado) y las placas calefactoras (no mostrado).

5 La FIGURA 7A muestra una vista lateral del dispositivo de arrastre de carga 50 y el dispositivo de alineamiento de la carga compuesta 40. El dispositivo de arrastre de la carga 50 tiene un brazo de arrastre de la carga 58 unido a un elemento de sujeción de carga 54. El dispositivo de arrastre de la carga 50 arrastra la carga hasta que se detiene mediante el dispositivo de alineamiento 40. El dispositivo de alineamiento 40 tiene un soporte del proyector 44 unido de forma móvil a lo largo de la línea central del marco de la prensa de conformado (no mostrado). El soporte del proyector 44 sujeta un proyector 41, tal como, sin limitación, un proyector láser, usado para colocar el soporte del proyector con respecto al mandril 92. El mandril 92 tiene un orificio de mecanizado 96. El proyector 41 se alinea exactamente con el orificio de mecanizado 96 moviendo el soporte del proyector 44 a lo largo de la línea central del marco de la prensa de conformado. Esto tiene lugar cuando los hilos del retículo o indicador proyectados por el proyector 41 se alinean con el orificio de mecanizado 96. Esto fija el soporte del proyector 44 en una posición fija con respecto al mandril 92. El soporte del proyector 44 tiene un conmutador de proximidad 42 que identifica la presencia del elemento de sujeción del dispositivo de arrastre de la carga 54 según el dispositivo de arrastre de la carga 50 arrastra la carga compuesta a lo largo en la prensa de conformado. Cuando el conmutador de proximidad 42 identifica el elemento de sujeción de la carga 54, el controlador de conformado (no mostrado) detiene el dispositivo de arrastre de la carga 50 dentro de una distancia fija. Esto coloca la carga compuesta dentro de 0,0397cm (+/- 1/64 de pulgada) a lo largo en el mandril 92. La carga compuesta se arrastra en la prensa de conformado centrada de lado a lado en el mandril 92, en esta realización dentro de 0,3175 cm (+/- 1/8 de pulgada). Sin embargo, pueden usarse otras tolerancias según se desee para una aplicación particular. Se apreciará también que cualquier método de detención adecuado, incluyendo, a modo de ejemplo, una detención fuerte que detenga físicamente el dispositivo de arrastre de la carga 50, puede usarse para detener el dispositivo de arrastre de la carga 50.

25 Se requiere normalmente la ubicación precisa de la carga compuesta con respecto al mandril para la fabricación adecuada de la parte compuesta. Esto es común para partes especializadas tales como largueros de aeronaves. La ubicación precisa de la carga compuesta en la longitud dentro de la prensa de conformado permite que las líneas de capa, o los puntos en los que el espesor de la capa cambia, se coloquen de forma precisa con respecto al mandril de conformado 92. Para largueros de aeronaves, típicamente, se colocan líneas de capa de forma alargada a lo largo del larguero dentro de 0,254 cm (+/- 0,1 pulgada). Esto permite que las partes compuestas se formen exactamente con las formas, espesores y resistencias para las cuales se diseñan las mismas. Sin embargo, pueden usarse otras tolerancias según se desee para una aplicación particular.

35 El método para alinear la carga compuesta en esta realización incluye por tanto proyectar un patrón de hilos de retículo o indicador en la superficie de la parte superior del mandril 92. Un operario alinea los hilos del retículo láser del proyector 41 con respecto al marcador u orificio de mecanizado 96 en el mandril 92, y después bloquea el soporte del proyector 44 en su lugar. El soporte 44, con su conmutador de proximidad 42, se localiza después de forma adecuada con respecto al mandril 92. El conmutador de proximidad 42 se usa después por el controlador de conformado (no mostrado) para detener la carga compuesta plana en la posición correcta con respecto al orificio de mecanizado del mandril 96. El proyector 41 se usa también por el operario para verificar que la carga compuesta plana se localiza de forma adecuada después de que la carga se arrastre en la prensa de conformado. El operario verifica visualmente que los hilos del retículo láser proyectados por el proyector 41 caen dentro de los bordes de una marca o un objetivo en la carga compuesta plana, verificando de este modo su alineamiento adecuado. En una realización, la marca en la carga compuesta es un objetivo de inyección de tinta colocada por una máquina de tendido de cintas de laminado CNC al final del proceso de almacenamiento de la carga compuesta. Esto proporciona la verificación de que la carga compuesta se localiza lateral y longitudinalmente de forma adecuada en la superficie del mandril 92.

50 Se apreciará que el dispositivo de arrastre de la carga 50 y el dispositivo de alineamiento 40 colocan de forma adecuada la carga compuesta longitudinalmente a través del mandril 92 y aseguran la posición de lado a lado adecuada de la carga compuesta en el extremo que se está arrastrando. En el extremo opuesto de la prensa de conformado (no mostrado), las guías de deslizamiento lateral adecuadas unidas a las placas calefactoras centran la carga compuesta de lado a lado mientras la carga compuesta se está arrastrando en la prensa de conformado mediante el dispositivo de arrastre de la carga 50. Se apreciará que cualquier método adecuado puede usarse para asegurar que el extremo de la carga compuesta lejos del dispositivo de arrastre de la carga 50 se centra de lado a lado sobre el mandril 92.

60 La FIGURA 7B es una vista lateral derecha del dispositivo de arrastre de la carga 50 y el dispositivo de alineamiento 40. El dispositivo de arrastre de la carga 50 se monta en cojinetes lineales 36 unidos al marco de conformado (no mostrado) sujeto en soportes de arrastre de la carga adecuados 56. El dispositivo de arrastre de la carga se impulsa por un sistema de accionamiento del dispositivo de arrastre de la carga (no mostrado) que utiliza pistas de accionamiento del arrastre 38 unidas al marco de conformado (no mostrado). El dispositivo de arrastre de la carga 50 tiene un brazo de arrastre 58, con un elemento de sujeción de la carga desmontable 54. El dispositivo de arrastre de la carga 50 se muestra aquí alineado con el dispositivo de alineamiento 40. El dispositivo de alineamiento 40 tiene un soporte del proyector 44 que sujeta un proyector 41. El proyector 41 permite la indexación del soporte del proyector 44 con respecto al orificio de mecanizado 96 en el mandril 92. El mandril 92 se une a la herramienta de

mandril 90 que se ha colocado anteriormente mediante el dispositivo de transporte y elevación de herramienta dentro del marco del dispositivo de conformado (no mostrado).

5 Se apreciará que los sistemas de indexación alternativos distintos de un proyector de luz láser pueden utilizarse por el dispositivo de alineamiento 40. Cualquier sistema de indexación o medida adecuado que permita que la posición de la carga compuesta se ubique de forma precisa puede utilizarse por la presente invención.

10 La FIGURA 7C es una vista frontal del dispositivo de arrastre de la carga 50 y el dispositivo de alineamiento 40 colocado sobre el mandril 92. El dispositivo de arrastre de la carga 50, los soportes de arrastre 56, y los cojinetes lineales de soporte 36 unidos al marco de conformado (no mostrado) se muestran en sección transversal. El dispositivo de arrastre de la carga 50 se monta en los cojinetes lineales 36 arrastrando de este modo la carga compuesta utilizando el brazo de arrastre 58 unido al elemento de sujeción de carga 54.

15 El dispositivo de alineamiento 40 incluye el proyector 41 y el conmutador de proximidad 42 unidos al soporte del proyector 44 (no mostrado). El proyector 41 se alinea con el orificio de mecanizado 96 en el mandril 92 colocando de este modo de forma adecuada el dispositivo de alineamiento 40. El dispositivo de alineamiento 40 a través del controlador de conformado (no mostrado) controla y detiene el dispositivo de arrastre de la carga 50 en la posición adecuada sobre el mandril 92. El mandril 92 se une a la herramienta de mandril 90. Después de que la carga se coloque, la herramienta de mandril completa 90 se eleva dentro de la prensa de conformado moldeando y formando la carga compuesta.

20 La formación de una carga compuesta usando la presente invención es por tanto un proceso multi-etapa. En una realización presente, la herramienta de mandril 90 se trae a la prensa de conformado 10. El operario escanea un código de barras en la herramienta de mandril 90 y una orden de trabajo relacionada, a fin de que la prensa de conformado pueda configurarse de forma adecuada. El controlador de conformado (no mostrado) compara la información del número de parte a partir de los escaneos del código de barra, y después configura las vigas de formación 20 para que coincidan con el mandril de conformado 92.

30 Después de que las vigas de formación 20 se configuren de forma adecuada, el dispositivo de elevación de transporte de herramienta 100 tiene sus cojinetes de aire 110 inflados y el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 se retira de su posición de almacenamiento bajo la prensa de conformado 10. El dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 se mueve bajo la herramienta de mandril 90. El dispositivo de elevación de transporte de herramienta 100 se coloca aproximadamente bajo la herramienta de mandril 100, y los cojinetes de aire 110 se desinflan. Los tornillos de rosca acme y motores 120 en el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 se extienden para elevar la herramienta de mandril 90 a una elevación de transporte. Los cojinetes de aire 110 en el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 se vuelven a inflar después y los operarios mueven la herramienta de mandril por debajo de la prensa de conformado 10.

40 La herramienta de mandril 90 en el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 se localiza después aproximadamente en el marco de conformado 12. Los operarios manejan la herramienta de mandril 90 a fin de que los extremos redondeados de las palcas de zócalo 94 se alineen con las ranuras 16 sobre los pernos de localización biselados 18. Los cojinetes de aire del dispositivo de transporte y elevación de herramienta 110 se desinflan y los pernos 18 mantienen el movimiento de la herramienta de mandril 90 según el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 y la herramienta de mandril 90 se asientan en la superficie. Esto ubica la herramienta de mandril 90 dentro de aproximadamente 0,25 cm (0,1 pulgada) dentro de la prensa de conformado 10. El controlador de conformado activa después el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 para elevar la herramienta de mandril 92 hacia arriba hasta una posición de carga de la carga. La posición de carga de la carga se define de forma adecuada como la parte superior del mandril 92 justo por encima de las placas calefactoras de conformado 24. Las placas calefactoras 24 en sus soportes de carga 26 se mueven después a fin de que sus toques se apoyen contra el lado del mandril 92.

55 Los operarios preparan después la prensa de conformado 10 a fin de que la carga compuesta pueda cargarse. Los operarios ajustan en primer lugar y bloquean el dispositivo de alineamiento 40 a fin de que los hilos del retículo proyectados por el proyector 41 se localicen en un orificio de mecanizado 96 en el mandril 92. El operario tiene que mover a continuación el controlador de la prensa de conformado 50 al extremo de carga de la prensa de conformado 10. El elemento de sujeción de la carga extraíble 54 se retira del dispositivo de arrastre de la carga 50 y se une de forma precisa a la carga compuesta plana. El elemento de sujeción de la carga 54 se alinea con respecto a la carga compuesta localizando una característica en el elemento de sujeción 54 con un objetivo en la carga compuesta plana. El operario une el elemento de sujeción de la carga extraíble 54 al brazo del dispositivo de arrastre de la carga 58. El operario conecta después la película trasera protectora desde la parte inferior de la carga compuesta plana hasta el rodillo de la película trasera 32 del eliminador de la película trasera 30. Después, se completa la preparación para cargar la carga.

65 El operario dirige después el controlador de la prensa de conformado para cargar la carga en la prensa de conformado activando el dispositivo de arrastre de la carga 50 y el eliminador de la película trasera 30. La carga se remolca a lo largo en la prensa de conformado 10 a una velocidad constante mediante el dispositivo de arrastre de la

carga 50. Ya que la carga se arrastra en la prensa de conformado 10, el eliminador de la película trasera 30 funciona a una velocidad mayor que el dispositivo de arrastre de la carga 50 y con un embrague de resbalamiento mantiene la tensión en la película trasera retirando de este modo la película trasera de la carga compuesta. Justo antes el punto de detención para el dispositivo de arrastre de la carga 50, un objetivo en el dispositivo de arrastre de la carga activa un conmutador de proximidad 42 en el dispositivo de alineamiento 40. El controlador de la prensa de conformado decelera después la carga compuesta y detiene más tarde de forma precisa la carga compuesta una distancia precisa. La carga compuesta se ubica después directamente en referencia al mandril 92. El operario verifica después visualmente la posición de la carga compuesta verificando para ver si los hilos del retículo proyectados por el proyector 41 caen en un objetivo en la carga. Las guías en el extremo de carga de la prensa de conformado 10 mantienen la carga compuesta centrada de lado a lado sobre el mandril 92. El operario retira después el elemento de sujeción de la carga 54 de la carga compuesta y mueve el dispositivo de arrastre de la carga 50 fuera del camino de las vigas de formación 20. El dispositivo de alineamiento 40 se mueve de forma similar fuera del camino. El operario verifica después que el eliminador de la película trasera 30 ha retirado toda la película de la parte inferior de la carga.

El operario activa después el controlador de conformado para implementar el método de formación de material compuesto descrito en la solicitud relacionada, "Método de Formación para Materiales Compuestos". Este proceso incluye calentar la carga con las placas calefactoras 24 y después usar el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 para elevar el mandril 92 hacia arriba en la prensa de conformado 10 más allá de las vigas de formación 20. Las cámaras de aire de formación 28 fuerzan la carga para conformar los contornos del mandril 92 según las partes no formadas de la carga compuesta se sujetan sustancialmente de forma paralela con respecto a la superficie superior del mandril 92 mediante las placas calefactoras 24 y los soportes de carga 26. Sustancialmente de forma adecuada puede haber un ángulo paralelo que varía desde paralelo con la superficie superior del mandril 92 (es decir 0°) hasta un ángulo pequeño de hasta 20°. Este proceso moldea la parte compuesta en una manera que minimiza la distorsión y pandeos de fibras fuera del plano incluso cuando se forman formas complejas con muescas, desviaciones y contornos.

Las placas calefactoras 24 se desconectan y la carga compuesta moldeada se deja enfriar. Las cámaras de aire de formación 28 se desinflan después y las placas calefactoras 24 y soportes de carga 26 se repliegan. Las vigas de formación 20 se repliegan. El dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 hace descender el mandril 92 y la herramienta de mandril 90 a lo largo con la parte moldeada de vuelta a una elevación en la que pueden transportarse. Los operarios activan después los cojinetes de aire 110 en el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 y mueven el mandril con la carga compuesta moldeada a una posición de envasado en bolsas al vacío en la que la carga moldeada se cura. El dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 hacen descender después la herramienta de mandril 90 a la superficie, y el dispositivo de transporte y elevación de herramienta 100 puede hacerse volver a la prensa de conformado 10 para su uso adicional.

Por consiguiente, el alcance de la invención no se limita por la descripción de la realización preferida. En lugar de eso, la invención debe determinarse completamente por referencia a las reivindicaciones que se indican a continuación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato (10) para formar materiales compuestos, el aparato que comprende:
- un marco (12);
 un molde unido al marco (12);
 un mandril (92) admisible dentro del marco (12) y el molde;
 10 un dispositivo de arrastre (50) dispuesto de forma móvil para arrastrar una carga compuesta a una posición predeterminada en el mandril (92); y
 un dispositivo de indexación que se dispone para detener el dispositivo de arrastre (50) cuando la carga compuesta está en la posición predeterminada en el mandril (92).
- 15 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de indexación se une de forma móvil al marco (12).
3. El aparato de la reivindicación 2, en el que el dispositivo de indexación incluye un soporte de indexación unido de forma móvil al marco (12).
- 20 4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el mandril (92) define un marcador para colocar el dispositivo de indexación.
5. El aparato de la reivindicación 3, en el que:
- 25 el dispositivo de arrastre se une de forma móvil al marco
 el dispositivo de indexación que se dispone para colocar el soporte de indexación con respecto al mandril (92); y
 el medio para detener el dispositivo de arrastre (50) en una posición hacia el soporte de indexación.
- 30 6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el medio de detención incluye un conmutador de proximidad (42) dispuesto para activarse cuando esté en la proximidad del dispositivo de arrastre.
7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el medio de detención incluye una detención fuerte para detener el dispositivo de arrastre (50).
- 35 8. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 -7, en el que el dispositivo de indexación incluye un proyector (41) dispuesto para proyectar un indicador sobre el mandril (92).
9. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 -8, en el que el dispositivo de indexación incluye un proyector (41) dispuesto para proyectar un indicador sobre la carga compuesta.
- 40 10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que la o una carga compuesta tiene una marca dispuesta para mostrar el indicador para la colocación de la carga compuesta.
- 45 11. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que comprende adicionalmente un elemento de sujeción (54) que se puede unir de forma extraíble al dispositivo de arrastre (50) y puede unirse de forma extraíble a la carga compuesta.
- 50 12. El aparato de la reivindicación 11, en el que el elemento de sujeción (54) define un segundo marcador y la carga compuesta define un tercer marcador, de tal forma que cuando el segundo marcador se alinee con el tercer marcador el elemento de sujeción se coloca en una posición predeterminada en la carga compuesta.
- 55 13. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende adicionalmente un medio para guiar la carga compuesta cuando la carga compuesta se arrastra en la posición predeterminada.
14. El aparato de la reivindicación 13, en el que el medio para guiar la carga compuesta incluye al menos una guía lateral.
- 60 15. Un método para formar materiales compuestos usando el aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1-14, el método que comprende:
- unir un molde a un marco (12);
 recibir un mandril (92) dentro del marco (12) y el molde;
 arrastrar una carga compuesta a una posición predeterminada en el mandril (92) con un dispositivo de
 65 arrastre (50) dispuesto de forma móvil para arrastrar la carga compuesta;
 detener el dispositivo de arrastre (50) cuando la carga compuesta está en la posición predeterminada en el mandril (92); y

impulsar la carga compuesta contra el mandril (92).

16. El método de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente:

- 5 unir a la carga compuesta el dispositivo de arrastre (50) para arrastrar la carga compuesta;
colocar un soporte de indexación en una primera posición predeterminada en la proximidad del mandril
(92);
arrastrar la carga compuesta sobre el mandril (92) con el dispositivo de arrastre (50); y detener el
10 dispositivo de arrastre (50) en una segunda posición predeterminada en la proximidad del soporte de
indexación.

17. El método de la reivindicación 16, que comprende adicionalmente verificar si el dispositivo de arrastre (50) está en la segunda posición predeterminada usando un marcador definido en la carga compuesta.

- 15 18. El método de la reivindicación 16 ó 17, en el que la unión a una carga compuesta incluye la unión de un elemento de sujeción (54) en una tercera posición predeterminada en la carga compuesta.

19. El método de las reivindicaciones 16, 17 ó 18, en el que la unión del elemento de sujeción (54) incluye definir un primer marcador en la carga compuesta y un segundo marcador en el elemento de sujeción (54).

- 20 20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, en el que la colocación del soporte de indexación incluye proyectar un indicador en el mandril (92).

25 21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en el que la colocación del soporte de indexación incluye proyectar un indicador en la carga compuesta.

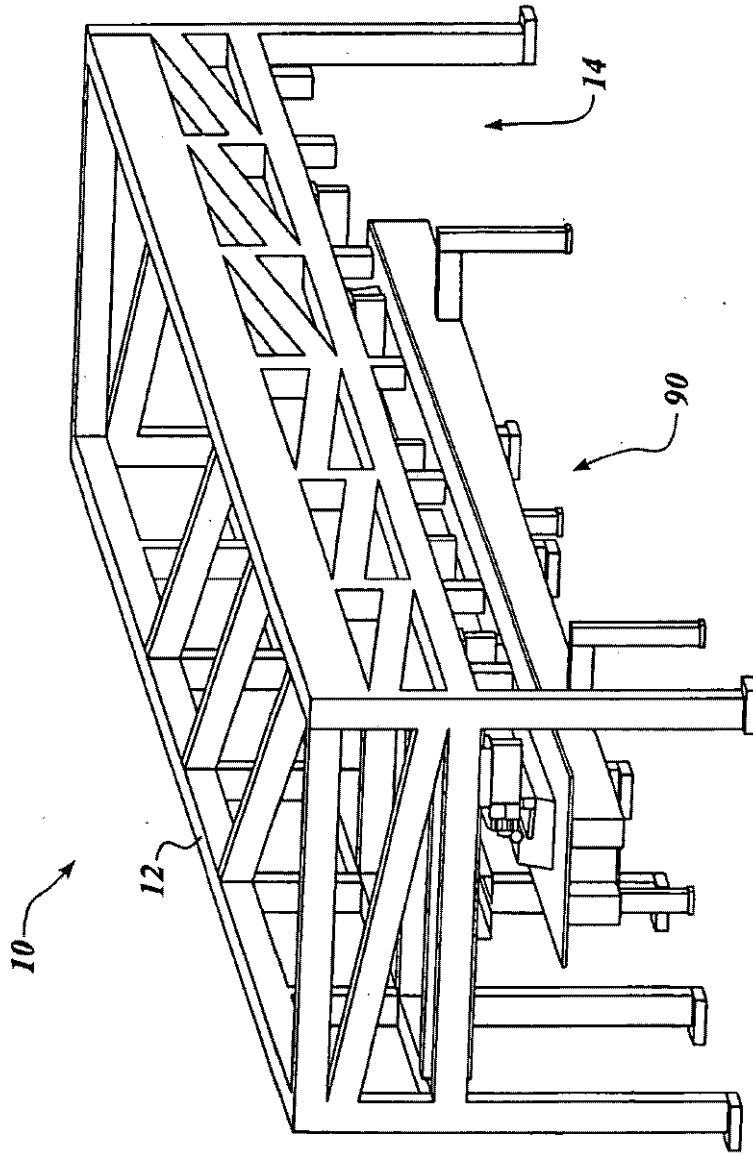


Fig. 1.

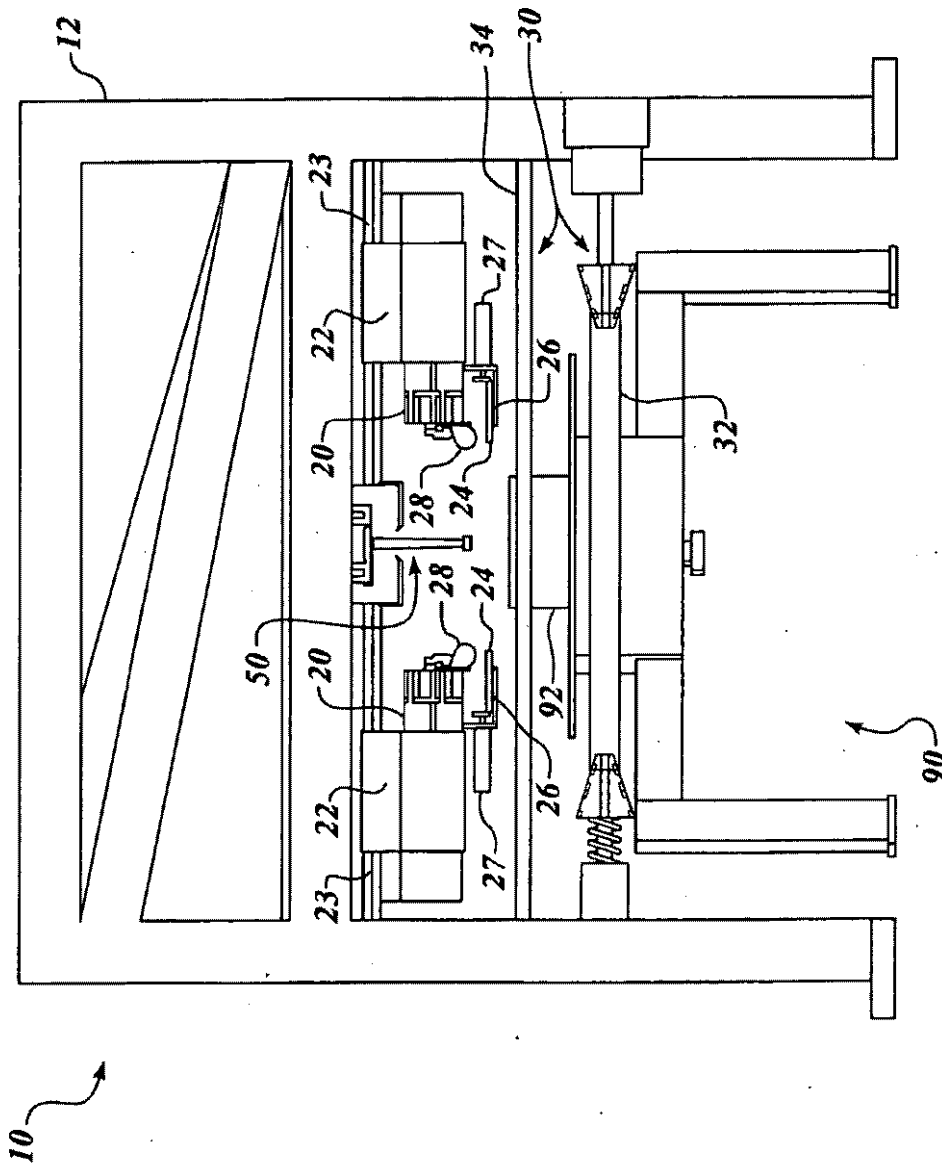
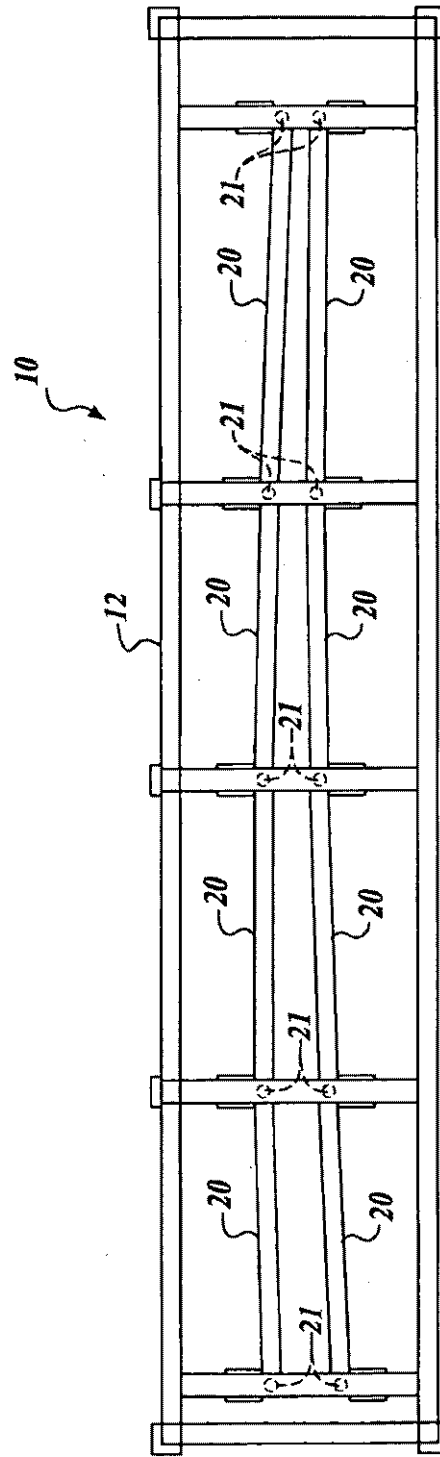
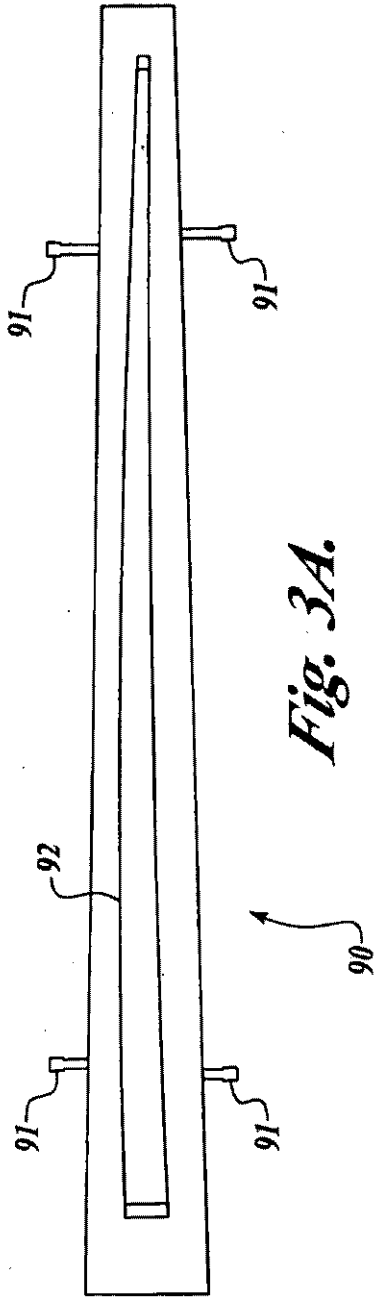
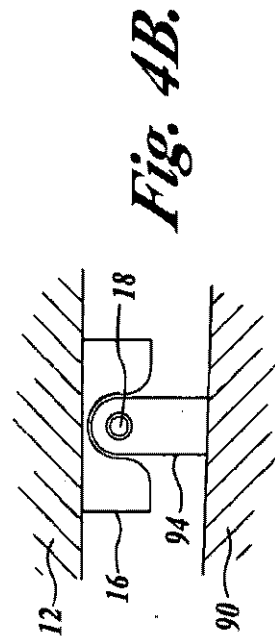
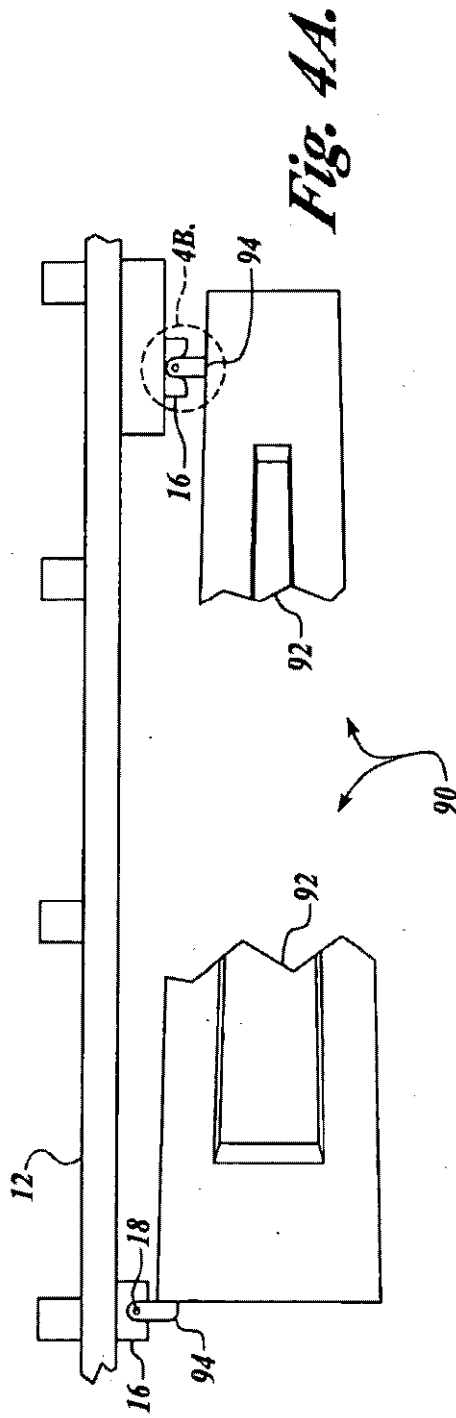
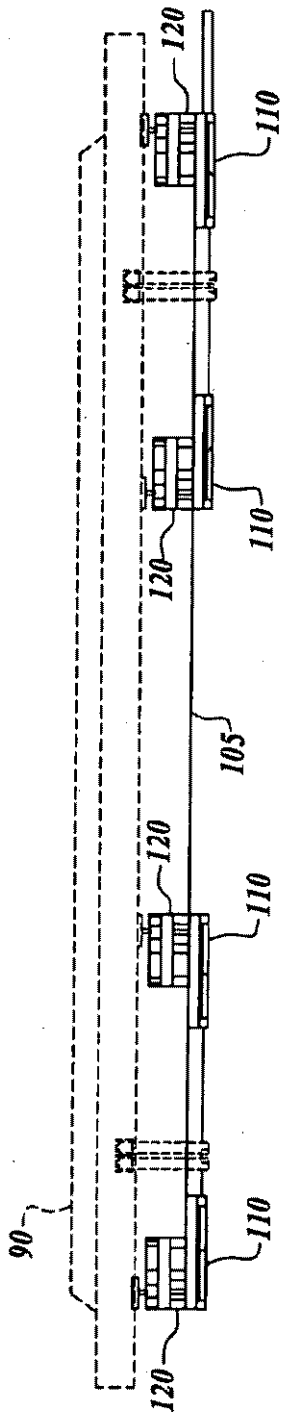


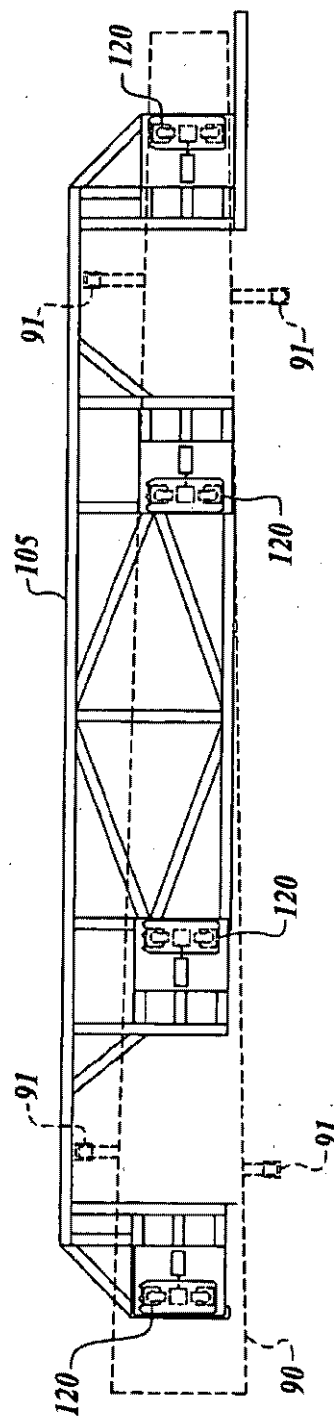
Fig. 2.







100
Fig. 5A.



100
Fig. 5B.

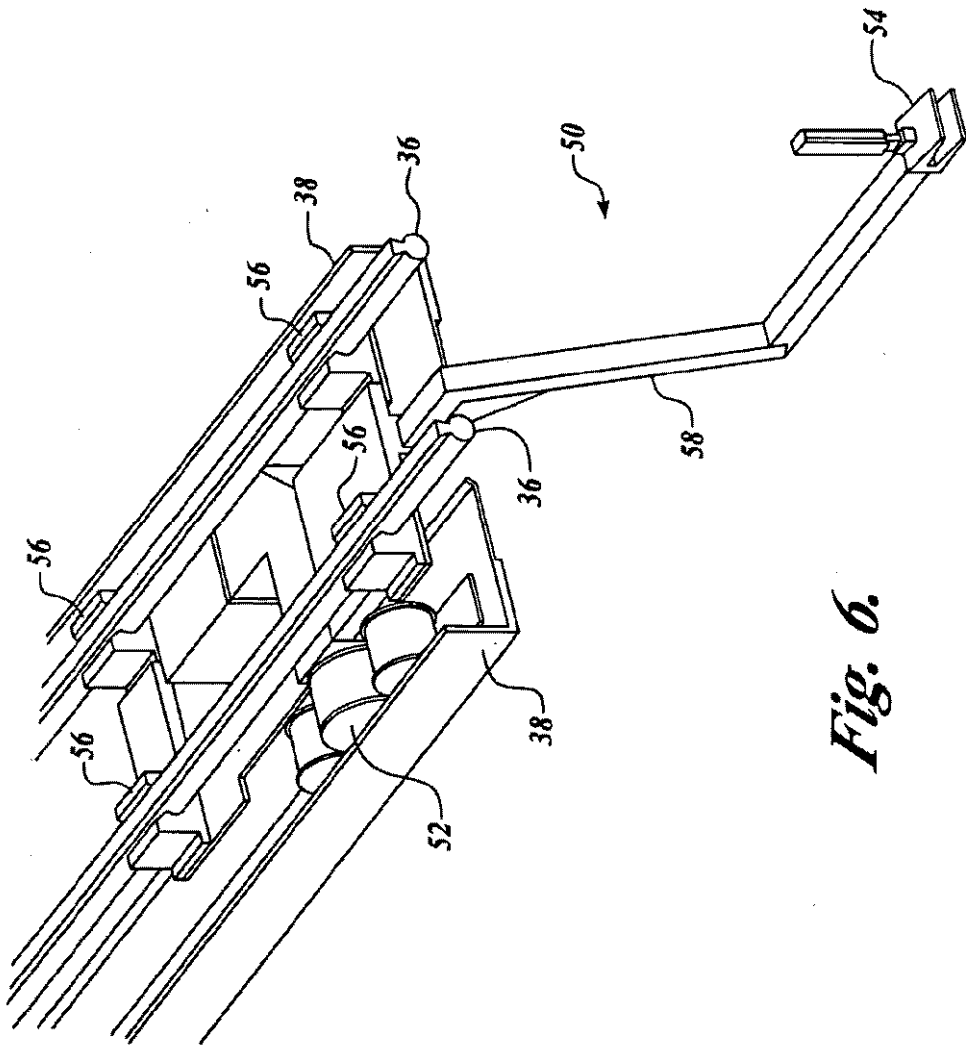


Fig. 6.

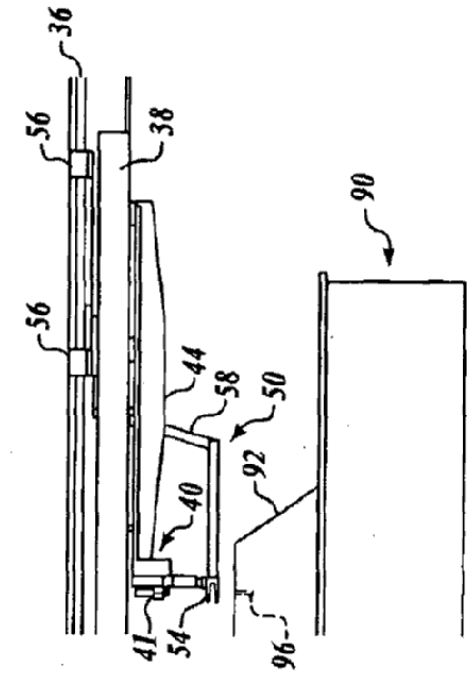


Fig. 7A.

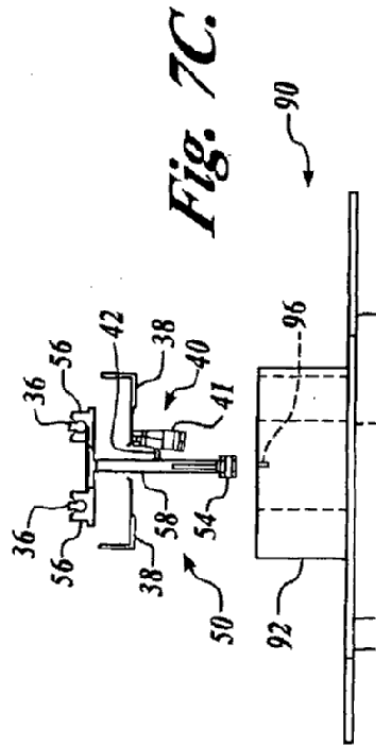


Fig. 7B.

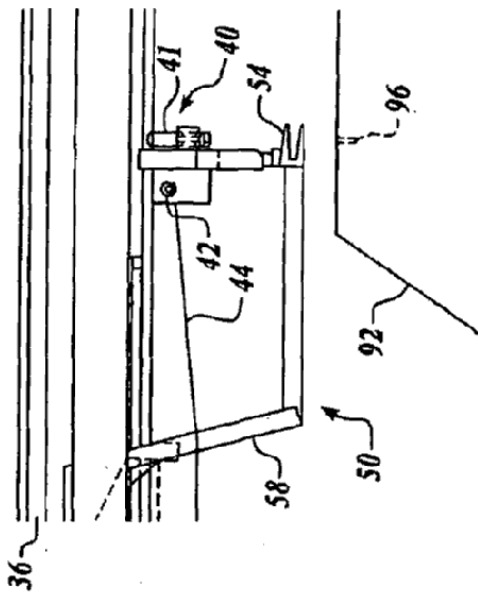


Fig. 7C.