



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 336 633**

(51) Int. Cl.:

**B29C 53/04** (2006.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **97202771 .8**

(96) Fecha de presentación : **10.09.1997**

(97) Número de publicación de la solicitud: **0839633**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **06.05.1998**

(54) Título: **Doblado de paneles termoplásticos.**

(30) Prioridad: **13.09.1996 US 712987**

(73) Titular/es: **The Boeing Company  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, Illinois 60606-2016, US**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.04.2010**

(72) Inventor/es: **Struve, Richard G.;  
Olive, Ronald M.;  
Wilde, Rinhold E.;  
Banks, David P. y  
VanLaeken, Howard J.**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.04.2010**

(74) Agente: **Arias Sanz, Juan**

**ES 2 336 633 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

Doblado de paneles termoplásticos.

5 Esta invención se refiere a un procedimiento de una sola etapa y aparato para producir dobleces lisos y resistentes de cualquier radio deseado en paneles de núcleo en panal con revestimiento termoplástico, y se refiere a un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico que tiene un doblez de alta resistencia liso con un revestimiento plegado por encima en el radio interior del doblez.

### 10 Antecedentes de la invención

Los paneles con núcleo en panal con revestimientos o láminas frontales en ambos lados del núcleo se usan ampliamente en la industria, y en la industria aeroespacial en particular. Tienen una elevada relación de resistencia a peso y un elevado módulo para su peso, y pueden ser conformados y acabados de manera atractiva para proporcionar 15 muchas de las piezas usadas en los interiores de los aviones comerciales, como paneles de paredes, recipientes de almacenamiento, y componentes de los servicios y la cocina.

Formar paneles con núcleo en panal con revestimiento de material compuesto en piezas y componentes que tengan 20 dobleces siempre ha sido un procedimiento difícil, que requiere mucho tiempo y trabajo, y costoso. Normalmente, los procedimientos producen dobleces que tienen poca resistencia y deben ser reforzadas mediante aplicación de capas de refuerzo suplementarias.

En el pasado se han desarrollado y llevado a la práctica diversos procedimientos para producción de componentes y piezas con apariencia lisa, estéticamente atractiva y resistencia adecuada, pero todos ellos son procedimientos 25 excesivamente costosos y de múltiples etapas que se toleran sólo debido a la necesidad de componentes rígidos ligeros.

En el artículo “Origami-technology creative manufacturing of advanced composite parts” (Composite Polymers, vol. 3, nº 1, páginas 31-47) se desvela un procedimiento de calentamiento de una estructura en sándwich a lo largo 30 de una línea, en el que posteriormente la estructura es doblada a lo largo de esta línea, y en el que se produce alabeo o deslaminación local de la zona de doblado. La zona alabeada se presiona aparte, dando una línea de plegado más estable.

El documento NL8801940A desvela que al doblar una estructura en sándwich después del calentamiento lineal, se forma una faldilla en la zona calentada. En una etapa separada después de doblar, se aplana la faldilla. Las capas de la 35 faldilla aplanada pueden obtener una elevada adhesión entre sí, cuando se endurecen las capas.

Por lo tanto, desde hace tiempo ha existido una necesidad de un procedimiento de una sola etapa y aparato para doblar un panel en sándwich con núcleo en panal con revestimiento de material compuesto termoplástico en dobleces de cualquier ángulo y radio de doblez deseado. Los dobleces presentarían una apariencia atractiva y tendrían suficiente 40 resistencia para soportar las cargas más elevadas aplicadas a componentes interiores de los aviones, más un factor de seguridad. El coste total de las piezas y componentes realizados usando este procedimiento y aparato sería menos, y preferentemente mucho menos, que el coste de tales piezas y componentes realizados usando procedimientos y aparatos conocidos.

### 45 Resumen de la invención

Por consiguiente, un objeto de esta invención es proporcionar un procedimiento y aparato para formar dobleces atractivos de alta resistencia y paneles en sándwich termoplásticos en un único procedimiento continuo. Otro objeto de esta invención es proporcionar una máquina que realice todas las etapas del procedimiento en una secuencia 50 automatizada continua.

Estos y otros objetos de la invención se logran en un procedimiento y aparato que retiene y sujet a una parte plana del panel contra el movimiento paralelo al plano de la parte plana. Una banda lineal de una lámina frontal interior es calentada por un lado del panel con una barra calentadora para ablandar la resina de la lámina frontal interior y 55 desunir el adhesivo que sujet a la lámina frontal interior al núcleo en panal. La banda lineal se forma en una burbuja separada del núcleo en panal levantando la barra calentadora lejos del panel y desprendiendo la lámina frontal interior del núcleo. Un tramo distal del panel por fuera de la parte retenida es doblado alrededor de un yunque calentado a lo largo de un eje paralelo a la banda lineal para formar un doblez, con la burbuja coincidiendo con el interior del doblez. La burbuja se pliega alrededor del radio interior y se forma en una faldilla superpuesta de la lámina frontal interior. 60 La faldilla superpuesta de la lámina frontal interior se presiona en un pliegue entre el yunque y el tramo doblado del panel, y el tramo se sujet a en la posición doblada mientras la resina de la faldilla se inmoviliza en el pliegue.

### Etapa inventiva respecto a la técnica anterior

65 El documento “Origami technology creative manufacturing of advanced composite parts” en: Composite Polymers, vol. 3, nº 1, de van Dreumel y col., desvela que al doblar un laminado después del calentamiento lineal, se produce alabeo local como consecuencia natural del termoplegado. Este alabeo fuera del plano se caracteriza como deslaminación. Se muestra una estructura en sándwich en la que el revestimiento alabeado de tal doblez se presiona

aparte, dando una línea de pliegue más estable, aunque compromete la estética visual del área de pliegue de manera concomitante. Este alabeo local que compromete la apariencia del doblez, es un efecto secundario inherente del procedimiento de doblado.

5 El procedimiento de la invención tiene como objetivo un procedimiento de producción en el que se forma un doblez que tiene una estructura de pliegue que tiene tanto una resistencia mejorada como una apariencia mejorada. La formación de burbuja presentada en el procedimiento de la invención tiene como resultado la provisión de suficiente material para producir una faldilla con superposición sustancial de manera que se logran las características mejoradas que, en efecto, son el objetivo.

10 Como la técnica anterior no da a entender ni sugiere que este resultado puede obtenerse por la formación de una burbuja lineal antes de doblar, el procedimiento inventivo es inventivo respecto a la técnica anterior.

15 El documento EP-A-456121 desvela un aparato que tiene una barra dobladora con un dispositivo calentador incorporado como parte de una máquina para curvar paneles planos.

Sin embargo, en el aparato de la invención el dispositivo calentador lineal está representado por una barra calentadora que es una pieza del aparato distinta y separada del yunque sobre el que ha de realizarse el doblado.

20 La barra calentadora consigue la formación de la burbuja por calentamiento, así como por su movimiento lejos de la zona lineal calentada de la capa. Esta formación de la burbuja es esencial para formar una faldilla plegada satisfactoria. El yunque es capaz de tener una temperatura inferior a la barra calentadora, pero todavía suficiente para ralentizar el proceso de pérdida de calor en la zona lineal calentada de la capa. Por tanto, la formación de una faldilla plegada fuerte se mejora mediante el diseño del aparato de la invención.

25 Dentro del concepto de la invención, ambos dispositivos separados, es decir, el yunque y la barra calentadora son así esenciales para obtener el objetivo de la invención.

30 Como el documento EP-A-456121 no trata de la formación de la burbuja, ni de obtener una faldilla plegada con propiedades satisfactorias, alguien experto no tiene aliciente para modificar la máquina curvadora.

## Descripción de los dibujos

35 La invención y sus muchos objetos y ventajas que conlleva se comprenderán mejor tras leer la siguiente descripción de la realización preferida conjuntamente con los siguientes dibujos, en los que:

la Fig. 1 es una vista en perspectiva de una prensa plegadora radial disponible comercialmente adecuada para modificación para realizar el procedimiento de doblado de paneles de esta invención;

40 la Fig. 2 es una vista en perspectiva del impulsor de hoja radial de la máquina mostrada en la Fig. 1 usada para doblar paneles con revestimiento termoplástico de acuerdo con esta invención;

45 la Fig. 3 es una vista perspectiva de la prensa plegadora radial mostrada en la Fig. 1 modificada para realizar el procedimiento de doblado de paneles de esta invención;

la Fig. 4 es un alzado lateral, visto desde el lado izquierdo de la máquina mostrada en la Fig. 3, de un montaje de brazo pivotante en el que está montado un montaje de barra calentadora;

50 la Fig. 5 es un alzado lateral, visto desde el lado derecho de la máquina mostrada en la Fig. 3 en una posición cerrada sin un panel en la máquina, que muestra el montaje de brazo pivotante y el montaje de barra calentadora y que también muestra un sistema de colocación de panel;

la Fig. 6 es una vista en perspectiva de un soporte de montaje y un accionador para el montaje de brazo pivotante mostrado en la Fig. 3;

55 la Fig. 7 es un alzado frontal del montaje de brazo pivotante mostrado en las Figs. 4 y 5, en la posición totalmente bajada;

la Fig. 8 es un alzado frontal de soportes de cajón en los extremos de los brazos y una zapata de barra calentadora en la que se sostienen las barras calentadoras;

las Figs. 9-11 son alzados laterales del extremo distal del montaje de brazo pivotante mostrado en las Figs. 4 y 5 con diversas herramientas usadas para producir tres tipos diferentes de dobleces en el panel termoplástico;

65 la Fig. 12 es un alzado frontal a lo largo de las líneas 12-12 de la Fig. 5 que muestra un cabezal de succión del sistema de colocación de panel para colocar el panel en la máquina mostrada en la Fig. 3;

# ES 2 336 633 T3

- la Fig. 13 es un alzado a lo largo de las líneas 13-13 de la Fig. 5, que muestra una abrazadera para tubos para el sistema de colocación de panel;
- 5 la Fig. 14 es un alzado frontal plegado de un mecanismo de precarga de panel mostrado en las Figs. 2 y 3 para desviación previa del panel;
- 10 la Fig. 15 es un alzado a escala ampliada del detalle indicado en la Fig. 14;
- 10 la Fig. 16 es una vista en planta del detalle mostrado en la Fig. 15;
- 15 la Fig. 17 es un alzado lateral en corte a lo largo de las líneas 17-17 de la Fig. 15;
- 15 la Fig. 18 es un alzado lateral en corte a lo largo de las líneas 18-18 de la Fig. 15;
- 20 las Figs. 19-22 son alzados laterales en corte esquemáticos del funcionamiento del yunque y la barra calentadora sobre un panel termoplástico en la máquina mostrada en la Fig. 5 con una barra calentadora y un yunque mostrados en la Fig. 9, que muestran varas fases en el procedimiento de doblado inventivo para producir un doblez de 90° en un panel;
- 25 las Figs. 23-26 son alzados laterales en corte esquemáticos de la máquina mostrada en la Fig. 5 con un yunque y una barra calentadora mostrados en la Fig. 10, que ilustran varias fases en el procedimiento de doblado inventivo para producir un doblez de 45°;
- 25 las Figs. 27 y 28 son alzados laterales en corte esquemáticos de la máquina mostrada en la Fig. 5 con un yunque y una barra calentadora mostrados en la Fig. 11, que ilustran varias fases en el procedimiento de doblado inventivo para producir una envoltura de 90°;
- 30 la Fig. 29 es un alzado frontal de una barra calentadora modificada y un equipo de montaje para la barra calentadora;
- 30 la Fig. 30 es un alzado a lo largo de las líneas 30-30 de la Fig. 29; y
- 35 la Fig. 31 es un alzado desde el lado derecho de la barra calentadora y el pie de montaje desde el lado opuesto al lado desde el que se ve la Fig. 30, y que también muestra la zapata de montaje y el carril unido al extremo de los brazos del mecanismo de colocación de la barra calentadora.
- 35 Descripción de la realización preferida**
- Volviendo ahora a los dibujos, en los que caracteres de referencia iguales identifican piezas idénticas o correspondientes, y más particularmente a la Fig. 1 de los mismos, se muestra una prensa plegadora de hoja radial convencional 40 para doblar chapa metálica. La plegadora de hoja radial básica mostrada es una máquina plegadora de chapa metálica por CNC RAS Modelo 74.30 "Multibend 8001" fabricada por Reinhardt Maschinenbau GMBH en Sindelfingen, Alemania, y es distribuida en los Estados Unidos por Integrated Fabricating Technologies en Deerfield, Illinois. Naturalmente, podría usarse cualquier máquina que sea capaz de realizar las funciones del procedimiento, descritas más adelante, en una secuencia automatizada o manual, como una plegadora manual modelo HBU4816 fabricada por 45 Tennsmith en McMinnville, Tennessee.
- La prensa plegadora radial 30 mostrada en la Fig. 1 incluye un bastidor en H que tiene dos lados verticales 32 y 34, un plato de prensa inferior 36 (mostrado en la Fig. 5) y un plato de prensa superior 38. El plato de prensa superior 38 es guiado para movimiento vertical en dos guías 40 y 42, una para cada uno en dos lados 32 y 34, respectivamente. 50 Un armario de control eléctrico 44 está montado encima del lado 32, como se muestra en la Fig. 3. El plato de prensa inferior 36 es ajustable verticalmente para permitir diferentes modos de funcionamiento. Un cilindro hidráulico 48 en cada lado proporciona fuerza motriz controlada para impulsar el plato de prensa superior 38 arriba o abajo bajo el control de un controlador de máquina 50 (mostrado sólo en el esquema de la Fig. 12) montado en una caja 49. La interacción del operador con el controlador 50 es por medio de un teclado numérico y una unidad de monitor 46 55 montados en un brazo 51 en un extremo (el "extremo del controlador") de la prensa 30. La comunicación entre la unidad de interacción del operador 46 y el controlador de máquina en la caja 49 es por medio de cables encaminados a través del brazo 51.
- Una hoja radial 52 está montada por sus dos extremos sobre cojinetes lineales (no mostrados) en brazos 54 que 60 están sostenidos de manera pivotante en los soportes laterales 32 y 34 para rotación alrededor de un eje 56. Un motor hidráulico 58 está montado sobre cada uno de los soportes laterales 32 y 34 para girar los brazos 54 alrededor del eje 56 para hacer oscilar la hoja radial 52 en un arco alrededor del eje 56. La hoja radial 52 es ajustable longitudinalmente a lo largo de los brazos 54 en los cojinetes lineales en relación con el eje 56. El ajuste radial es por medio de un servomotor 65 60 montado en el extremo de cada brazo 56 para impulsar un tornillo de avance (no mostrado) en un tornillo de bolas (no mostrado) conectado a la hoja radial 52. El funcionamiento de los cilindros hidráulicos 48, los servomotores 60, y los motores hidráulicos 58 están bajo el control del controlador de máquina 50 tal como es programado a través de la unidad de interacción del operador 46.

Un portaherramientas 62, mostrado en la Fig. 5, y mostrado más detalladamente en las Figs. 9-11, está montado en la parte inferior del plato de prensa superior 38 para sostener una variedad de herramientas 64 usadas al doblar un panel con núcleo celular con revestimiento termoplástico 65, como se explica más detalladamente más adelante. Las herramientas 64 incluyen una variedad de yunque calentados 70 usados al realizar el procedimiento inventivo de doblado de paneles con revestimiento termoplástico descrito más adelante. El portaherramientas 62 incluye un reborde que sobresale hacia delante 66 y un entrante abierto hacia delante 68 separado hacia atrás y debajo del reborde 66.

El panel con núcleo celular con revestimiento termoplástico 65 es típicamente un panel con núcleo en panal usado ampliamente en la industria aeroespacial. Sin embargo, se dispone de otros tipos de paneles con núcleo celular y podrían formarse en dobleces y envolturas usando el procedimiento inventivo y la máquina para realizar el procedimiento. Los paneles con núcleo de espuma son otro panel usado comúnmente, y otro tipo es un panel con núcleo de fieltro de poliimida expandida vendido por Albany International Corporation en Albany, N.Y., bajo la marca "Pyropel".

La herramienta sujetada en el portaherramientas 62 usada en el procedimiento de doblado de paneles termoplásticos incluye un miembro de base 69 al que está conectado el yunque 70 mediante tornillos 71 y está separado del yunque por una cinta aisladora 72 hecha de material aislante adecuado, como el aislamiento estructural NEMA Grade G7 "Micarta" hecho de silicona reforzada con fibra de vidrio. El miembro de base 69 incluye un reborde que sobresale hacia atrás 74 dimensionado para ajustar dentro del entrante abierto hacia delante 68 en el portaherramientas 62, y un entrante abierto hacia atrás 76 dimensionado para recibir el reborde que sobresale hacia delante 66 del portaherramientas 62. Dentro de cada miembro de base 69 está puesto un retén 77 que encaja en una muesca 78 en el portaherramientas 62 para sujetar el miembro de base en posición cuando la herramienta 64 está insertada dentro del portaherramientas 62. Un entrante 79 en el portaherramientas 62 recibe una manguera de aire comprimido (no mostrada) que encaja en una pluralidad de placas (no mostradas) en el entrante 79 para presionar las placas contra el lado superior 80 de los miembros de base de herramienta 69 para sujetar las herramientas 64 en posición cuando la manguera de aire comprimido está sometida a presión neumática. La fuerza ejercida por las placas contra los miembros de base 69 trabaja las superficies de contacto del entrante del portaherramientas 68 y el reborde 66 contra las superficies de contacto correspondientes del reborde 74 y el entrante 76 del miembro de base de herramienta 69 para bloquear el miembro de base 69 en el portaherramientas 62.

La máquina dobladora de metal 30 mostrada en la Fig. 1 se modifica además como se muestra en las Figs. 2-17 para realizar doblado de paneles en sándwich termoplásticos de acuerdo con esta invención. Las modificaciones incluyen un montaje de barra calentadora 82 y un mecanismo de colocación de barra calentadora 84. También incluye un yunque calentado 70, un sistema de colocación de panel 86, un precargador de panel 88, y un controlador 50. Estas modificaciones se analizan detalladamente más adelante.

El yunque calentado 70 tiene una varilla calentadora eléctrica 90 que ajusta con un ajuste deslizante estrecho dentro de un taladro taladrado dentro del yunque 70 y está conectado a través del controlador de máquina 50 por medio de un cable de alimentación 92 a una fuente de energía eléctrica, como la red eléctrica local. El ajuste deslizante estrecho incide en la buena conductancia térmica entre las varillas calentadoras 90 y los yunque 70 de manera que las varillas calentadoras 90 no alcancen temperaturas elevadas que acortarían su duración.

El montaje de barra calentadora 82, mostrado en las Figs. 3-5, incluye una barra calentadora 96 montada en el extremo distal de un montaje de brazo pivotante 98, montado a su vez en la parte superior del plato de prensa superior 38. Como se muestra en las Figs. 6 y 7, el montaje de brazo pivotante 98 incluye un soporte de montaje 100 montado en el vértice 102 del plato de prensa superior 38. El soporte de montaje 100 tiene una placa superior 104 unida a la cara frontal inclinada 106 del plato de prensa superior 38 sobre un bloque separador 108. Un cojinete de apoyo 110 está empernado a la placa superior 104 para sostener de manera giratoria un eje de mangueta 112 en cada extremo de un tubo de torsión 114 para rotación alrededor de un eje 115. En el extremo del tubo de torsión 114 en el extremo del controlador de la prensa 30, el eje de mangueta 112 sobresale axialmente hacia fuera desde un disco 116 en un conector extremo empernado a un disco extremo 118 soldado al extremo del tubo de torsión 114. En el otro extremo del tubo de torsión 115, el eje de mangueta 112 sobresale axialmente hacia fuera desde un disco de conector extremo 120 el que está empernado un disco extremo 118 soldado al otro extremo del tubo de torsión 114.

El disco 120 del conector extremo en el extremo opuesto al extremo del controlador tiene un dedo de retención 122, visto mejor en la Fig. 4, que tiene un orificio taladrado a través del mismo al que está fijado con pasador una horquilla de extremo de varilla 124. La horquilla 124 está unida al extremo distal de un vástago de pistón 126 de un pistón (no mostrado) en un cilindro hidráulico 128 montado de manera pivotante en un cojinete 130 montado en el extremo de un brazo 132 unido a la cara posterior 134 del plato de prensa superior 38. Un par de líneas hidráulicas 135 y 136 acopladas mediante conectores al cilindro hidráulico 128 conectan a una fuente de energía hidráulica 138 para impulsar el cilindro 128 para hacer funcionar el vástago de pistón 126 con una carrera rápida larga. La presurización del cilindro 128 a través de la línea 136 ventilando mientras tanto el extremo superior del cilindro a través de la línea 134 hacia el sumidero de la fuente de energía hidráulica 138 extiende el vástago de pistón 126 desde la posición mostrada en la Fig. 6 hacia la posición mostrada en las Figs. 3, 4 y 5. En la posición extendida del vástago de pistón 126, el dedo de retención 122 del disco 120 es girado en el sentido de las agujas del reloj en las Figs. 4 y 6 para girar un conjunto de brazos 140 soldados al tubo de torsión 114 hacia abajo hasta una posición totalmente bajada o abatida contra un conjunto de topes 142 unidos a la cara frontal inclinada 106 del plato de prensa superior 38.

## ES 2 336 633 T3

En la posición totalmente abatida de los brazos 140, la barra calentadora 96 montada en los extremos distales de los brazos 140 está colocada en el mismo plano horizontal con el yunque calentado 70, como se muestra en las Figs. 4 y 5, en contacto con el revestimiento superior del panel 65. La barra calentadora 96 calienta una banda del revestimiento superior del panel 65 para ablandar la resina termoplástica del revestimiento superior y para desunir el adhesivo que sujet a el revestimiento al núcleo celular del panel 65. En la posición elevada o subida de los brazos 140, como se muestra en las Figs. 3 y 6, la barra calentadora 96 est levantada bien separada del yunque calentado 70 y fuera de la posición en la que podría contactar accidentalmente con trabajadores que manejan la máquina. La resina termoplástica ablandada caliente del revestimiento superior del panel 65 es pegajosa y tiende a adherirse a la barra calentadora 96, así que el levantamiento de la barra calentadora 96 levanta la banda calentada del revestimiento superior alejándola del núcleo celular en una burbuja 143. A media que continúa el procedimiento de plegado, la burbuja 143 se dobla sobre sí misma en un pliegue, y el pliegue es aplanado en una faldilla que es soldada hacia abajo contra la parte adyacente del revestimiento superior por presión contra la superficie del yunque mientras la resina termoplástica del revestimiento superior se enfria hasta un estado sólido. Este procedimiento se describe más detalladamente más adelante en relación con las Figs. 19-26.

Como se muestra en las Figs. 3-5, los brazos 140 son tuberías de aluminio estructural cuadradas soldadas por sus extremos proximales al tubo de torsión 114 y reforzadas con cartelas 144. Las cartelas 144 tienen un perfil semicircular en un extremo que contacta con el tubo de torsión 114 en una interconexión alrededor de la mitad de la periferia del tubo de torsión 114 y est soldado alrededor de toda la interconexión. Las cartelas 114 estn situadas junto a ambos lados de los seis brazos y estn soldadas a los mismos a lo largo de bordes colindantes.

Una placa extrema 146, mostrada en las Figs. 5 y 8-10, est soldada al extremo distal de cada brazo 140 en un ángulo de 45° respecto al eje de los brazos 140 de manera que las placas extremas 146 estn orientadas verticalmente cuando los brazos 140 estn totalmente bajados contra los topes 142. Cuatro fijadores 148 aseguran un soporte de cajón en ángulo recto 150, mostrado en las Figs. 8-11, a la cara exterior de cada placa extrema 146 con una separación ligeramente distanciada 152. Cada uno de los fijadores 148 incluye un gato nivelador 154 que proporciona un separador ajustable desde la placa extrema 146, y un tornillo de cabeza hexagonal 156 que se extiende axialmente a través del gato nivelador para sujetar el soporte de cajón 150 a la placa extrema. El gato nivelador 154 posibilita el ajuste preciso del ángulo del soporte de cajón 150 en la placa extrema 146 para asegurar que la barra calentadora contacta con el panel en la posición y ángulo deseados. El gato nivelador usado en este documento es un modelo ELJ-7502 vendido por E&E Special Products en Detroit, Michigan. Alternativamente, podrían usarse cuñas y otros esquemas de ajuste conocidos si se desea capacidad de ajuste.

El soporte de cajón 150 incluye una placa de base 158 y una placa de montaje 160 dispuesta en un ángulo de 90° respecto a la placa de base 158 y soldada a la misma con placas laterales 162. La placa de montaje 160 tiene cuatro orificios roscados en la misma para recibir los tornillos de cabeza hexagonal 156 mediante los cuales el soporte de cajón es fijado a la placa extrema 146. Una zapata de barra calentadora 164 est fijada a la parte inferior de la placa de base 158 por el mismo tipo de fijadores 148 que se usan para sujetar el soporte de cajón 150 a la placa extrema 146, también con una separación ligeramente distanciada 166. Las separaciones distanciadas 152 y 166 proporcionan espacio libre para ajustar el ángulo del soporte de cajón 150 en la placa extrema 146, y la zapata de barra calentadora 164 en el soporte de cajón 150. clavija 174/164.

Como se muestra en la Fig. 9, las zapatillas de barra calentadora 164 tienen dos pernos articulados 170 para sujetar barras calentadoras en las zapatillas de barra calentadora. Cada uno de los pernos articulados 170 incluye una tuerca de mariposa 172 roscada sobre una espiga de perno articulado roscada 174 que se sitúa en una ranura 175 en la parte frontal superior de la zapata 164. La espiga 174 est fijada con pasador por su extremo posterior en la ranura 175 con un pasador 176 y sobresale hacia delante más allá de la ranura. La tuerca de mariposa 172 puede ser apretada hacia abajo contra la cara frontal 178 de un pie de montaje de barra calentadora 180 que ajusta sobre la zapata 164 de la misma manera que la base de herramienta 69 ajusta sobre el portaherramientas 62, también mostrado en la Fig. 9.

Un canal de barra calentadora 182 tiene dos tramos dependientes espaciados 184 y 186 conectados por un travesaño 188 y que definen entre ellos un espacio abierto hacia abajo alargado en el que la barra calentadora 96 est sostenida entre dos barras aisladoras de tipo "Marinite P" 190. El travesaño se asegura a la parte inferior del pie de montaje de barra calentadora 180 por cuatro fijadores 191 antes de que se instale la barra calentadora en el canal 182. Pernos de tope 192 se extienden a través de un orificio en el tramo 186 y orificios en las dos barras aisladoras 190 y la barra calentadora 96, y a través de dos casquillos separadores 194, uno en cada lado de la barra calentadora 96, centrando la barra calentadora en el canal 182. Cada uno de los pernos 192 tiene un extremo roscado que es recibido a rosca en un orificio roscado en el tramo 184. Los orificios de la barra calentadora 96 estn sobredimensionados para que la barra calentadora pueda autoalinearse sobre la superficie del panel cuando los brazos 140 son bajados a la posición abatida mostrada en la Fig. 5.

Un conducto eléctrico 196 est fijado a la cara frontal 106 del plato de prensa superior 38 y est conectado por un cable eléctrico 198 al armario de control eléctrico 44 fijado encima del lateral de la máquina, mostrado en las Figs. 1 y 3. Interruptores (no mostrados) en el armario que funcionan bajo control del controlador 50 dan energía al cable 198 y el conducto 196 desde una fuente de energía eléctrica, típicamente la red eléctrica local. En el conducto 196 est provista una pluralidad de tomas de corriente eléctricas 202 dentro de las cuales pueden conectarse enchufes macho eléctricos de cables de alimentación 204 procedentes de las varillas calentadoras 90 en los yunque 70. Sensores de temperatura 206, como termopares, estn montados en los yunque 70 y estn conectados al armario de control 44

## ES 2 336 633 T3

por medio de conductores 208 enchufados dentro del conducto 196 y desde ellos al armario 44 por medio de un conducto portacables 210, por medio de lo cual el controlador 50 puede mantener la temperatura de los yunque 70 a la temperatura deseada.

- 5 Un conducto eléctrico similar 212 al usado para los yunque calentados 70 se usa para las barras calentadoras 96. Específicamente, un conducto está conectado a la superficie superior de los brazos 140 para proporcionar energía eléctrica a las varillas calentadoras 214 en las barras calentadoras 96. La misma disposición de cables de alimentación procedentes de las varillas calentadoras 214 que terminan en enchufes macho eléctricos que conectan dentro de tomas de corriente eléctricas del conducto 212, sensores de temperatura en las barras calentadoras conectados por conductores al conducto 212, y conductos portacables eléctricos para conducir energía eléctrica desde el armario 44 y señales eléctricas desde los sensores de temperatura al armario 44. Estos elementos eléctricos no se muestran con el mismo detalle ya que son básicamente los mismos que los elementos mostrados para los yunque calentados 70.
- 10

### *Sistema de colocación de panel*

- 15 El sistema de colocación de panel 86, mostrado en las Figs. 5, 12 y 13, se usa para colocar el panel al formar dobleces y ángulos con barras calentadoras y yunque que no pueden ser situados en una relación adyacente cercana o contigua. Es decir, cuando la forma del yunque o la barra calentadora, o de ambos, produce una banda calentada sobre el panel que no es contigua a la línea de contacto del yunque sobre el panel, el sistema de colocación de panel puede 20 usarse para desplazar el panel después de calentar para colocar la banda calentada sobre el panel adyacente a la línea de contacto del yunque sobre el panel y para producir bandas y ángulos de resistencia y apariencia superiores.

25 El sistema de colocación de panel 86 incluye un cabezal de vacío 216 montado para movimiento hacia delante y hacia atrás sobre un carril de apoyo lineal 218 y sobre un poste de guía 220 separado verticalmente debajo del carril de apoyo 218. Tanto el carril de apoyo 218 como el poste de guía 220 están unidos a una placa de montaje 222 que está fijada a una viga transversal 224 que se extiende lateralmente a través de la máquina como parte del arriostramiento estructural de la máquina. La placa de montaje 222 se extiende por encima y por debajo de la viga transversal 224 para montar un cilindro neumático 226 en el extremo inferior de la placa 222 y un manguito de guía opcional 228 en el extremo superior de la placa 222. Un tubo de tracción 230 para tirar del cabezal de vacío 216 y el panel hacia la parte posterior está conectado por su extremo frontal al cabezal de vacío 216 y está sujeto de manera desmontable a lo largo de su parte posterior por una abrazadera para tubos 231, mostrada en los dos límites extremos de su movimiento en la Fig. 5. El tubo de tracción 230 está soldado por su extremo frontal a un par de barras conectadoras separadas 232 que están empernadas a un brazo tractor 234, fijado a su vez al lateral del cabezal de vacío 216 mediante tornillos 236.

30 35 El cabezal de vacío 216 agarra el panel con succión aplicada a una ventosa 238 desde una bomba eyectora 241 en el módulo de succión 242 que crea succión por el efecto Venturi de aire a presión procedente de una línea de aire 240, que pasa por una restricción en la bomba eyectora 241. La ventosa 238 es parte de un módulo de succión 242 fijado dentro de un canal que abierto hacia arriba 244 montado en una prolongación 246 de un vástago de pistón 248 de un cilindro neumático 250. La presurización del cilindro 250 a través de una línea de aire 252 desde una fuente 253 de presión de aire por medio de una válvula de aire 254 bajo control del controlador 50 extiende el vástago de pistón 248 y la prolongación 246 para levantar el módulo de aspiración 242 y la ventosa 238 en contacto con la parte inferior del panel. Se crea succión en el módulo de vacío 242 mediante una bomba de vacío de estilo eyector (no mostrada) que usa un efecto Venturi creado por aire a presión procedente de la válvula 241 suministrado a través de una línea de aire 240 bajo control del controlador 50, como se muestra en la Fig. 5, para agarrar el panel.

40 45 El movimiento del panel se efectúa agarrando el panel 65 con el cabezal de vacío 216 y tirando del cabezal de vacío hacia la parte posterior de la máquina con el tubo de tracción 230. La abrazadera para tubos 231 está fijada a una viga de cajón de traslación 258 en una mesa de guía posterior que es una característica estándar en la máquina dobladora de metal RAS 30. La viga de cajón 258 se extiende lateralmente a través de la máquina 30 y es impulsada hacia atrás y hacia adelante por un par de tornillos de avance girados por servomotores (no mostrados) para poner las guías posteriores sobre la máquina.

50 55 Como se muestra en las Figs. 12 y 13, la abrazadera para tubos 231 incluye un tubo exterior 260 soldado a una placa de base 262 y un manguito de forro interior 261 de material de baja fricción como bronce de aluminio-silicio sujetado en su sitio en el tubo exterior con tornillos de fijación. El tubo de tracción 230 se extiende a través del manguito de forro interior 261 y desliza suavemente en su interior hasta que se acciona la abrazadera para tubos. La placa de base 262 está fijada al alma superior de la viga de cajón 258 alrededor del borde periférico de una abertura dentro de la cual se extienden las partes inferiores de la abrazadera para tubos. Una ranura alargada axialmente abierta hacia abajo 264 en el tubo 260 está alineada con otra ranura de igual tamaño y forma en el manguito de forro interior 261 y en la placa de base 262 para recibir un pie de presión móvil verticalmente 266 unido a la parte superior de un vástago de pistón de un cilindro neumático 268. El cilindro neumático 268 está unido a través de una placa dobladora 270 a la parte inferior de la placa de base 262. El pie de presión 266 tiene una suela de caucho vulcanizada en la superficie superior del pie de presión 266 para proporcionar un elevado agarre por fricción sobre el tubo de tracción 230 cuando se presuriza el cilindro neumático.

60 65 Una línea de aire 272 conecta el cilindro neumático 268 a través de una válvula 274 a la fuente 253 de presión de aire. El funcionamiento de la válvula 274 es bajo control del controlador 50 que abre la válvula 274 para presurizar el cilindro neumático 268 y tratar la suela de caucho del pie de presión contra el tubo de tracción 230 que se extiende

# ES 2 336 633 T3

a través del manguito de forro interior 261 para bloquear la abrazadera para tubos 231 contra el tubo de tracción 230 de manera que el tubo de tracción 230 y el cabezal de vacío unido 216 se mueven con la viga de cajón 258 cuando se mueve la viga de cajón.

## 5 *Precargador de panel*

El precargador de panel o predeflector 88, mostrado en las Figs. 14-18, incluye un tubo de sección transversal rectangular alargada 280 sostenido encima de una serie de seis conjuntos soldados de soportes 282 fijados a la cara frontal de la hoja radial plegadora 52. Una placa dobladora 284 está situada entre cada soporte 282 y el tubo 280, y tiene una prolongación 285 que sobresale más allá de un lado de los soportes 282 para proporcionar un gancho de suspensión en voladizo al que está unido un cilindro neumático 286 adyacente a cada soporte 282. Cada uno de los cilindros 286 incluye un collarín roscado externamente 288 roscado dentro de un orificio roscado internamente en una placa de base 290, empernado a su vez a la prolongación de suspensión 285.

15 Un vástagos de pistón 292 se extiende verticalmente desde los cilindros 286 a través de una abertura en la prolongación de suspensión 285 y desliza dentro de un taladro axial en el extremo de una varilla separadora 294, donde está fijado por un tornillo de fijación roscado dentro de un disco 296 soldado al extremo inferior de la varilla separadora 294. El extremo superior de la varilla separadora 294 se extiende a través de una abertura en la parte superior del tubo rectangular 280 y sostiene sobre su extremo superior un tubo deflector 300, asegurado a la parte superior de la varilla separadora 294 por tornillos de casquete 302 enroscados dentro de orificios roscados en el extremo de la varilla 294. Una barra de protección 304 está soldada al borde frontal superior del tubo rectangular 280 y permanece vertical delante del tubo deflector 300 para proteger el tubo 300 y la varilla separadora 294 y el vástagos de pistón 292 del daño que podría causarse por golpes accidentales en la fábrica.

25 Cada uno de los soportes 282 tiene una ranura 306 a través de las cuales se extienden pernos y se roscan dentro de la parte frontal de la hoja plegadora 52 para asegurar los soportes en su sitio. Se usan ranuras 306 en vez de orificios para permitir que los soportes 282 sean ajustados verticalmente para colocar la superficie superior del tubo deflector 300 justo a nivel con o ligeramente por debajo de la superficie superior 308 de la viga plegadora 52 cuando el tubo deflector 300 está en su posición retraída mostrada en la Fig. 18. Los cilindros 286 pueden ser presurizados por aire 30 a presión admitido bajo control del controlador 50 a través de una válvula 310 desde la fuente 253 de presión de aire para levantar el tubo deflector 300 hasta una posición elevada indicada en la Fig. 17 como 300' para facilitar el procedimiento de doblado, como se describe más adelante.

35 El ajuste de la hoja radial 52 verticalmente sobre la máquina cambia la posición vertical del precargador de panel o predeflector 88 en relación con el plato de prensa inferior 36, por eso es deseable controlar la elevación del tubo deflector 300 para tener en cuenta el ajuste de la posición vertical de la hoja radial 52. Una barra limitadora 312 está situada dentro del tubo rectangular 280 y está sostenida en su interior sobre rodillos de leva 314 que están sujetos en muescas en la barra limitadora 312 y sobresalen hacia fuera dentro de ranuras diagonales 316 en el tubo rectangular 280. La traslación de la barra limitadora en la dirección longitudinal del tubo rectangular 28 hace que los rodillos 40 de leva 314 rueden arriba o abajo por los bordes de las ranuras 316 en las paredes del tubo rectangular y se muevan diagonalmente hacia arriba o hacia abajo mientras permanecen paralelos al eje del tubo rectangular 280. La barra limitadora 312 tiene ranuras longitudinales a través de la misma que reciben las varillas separadoras 294 pero son demasiado estrechas para que pasen los discos 296. Cuando los cilindros neumáticos 286 son presurizados, el pistón se extiende hacia arriba, levantando el tubo deflector 300 hasta el límite del encaje de los discos 296 con la barra 45 limitadora 312. De este modo, la posición de la barra limitadora 312 controla la extensión hacia arriba del tubo deflector 300.

50 La traslación longitudinal de la barra limitadora 312 está causada por el movimiento longitudinal de un pasador de tope 318 que se asienta dentro de un orificio vertical escalonado en un bloque deslizante 320 sostenido de manera deslizante en un alojamiento deslizante 322 que es una sección de tubo rectangular asegurada a la parte inferior del tubo rectangular 280. Un taladro pasante roscado 324 en el bloque deslizante 320 recibe una varilla roscada 326 que también se extiende a través de un orificio lateral en la parte inferior del pasador de tope 318. Un extremo de la varilla roscada 326 tiene una cabeza cilíndrica agrandada 328 con un orificio diametral perpendicular al eje de la varilla roscada 326. La cabeza cilíndrica 328 está conectada a una caja de engranajes en ángulo recto 330 mediante un tornillo de fijación 332 que acopla el árbol de salida de la caja de engranajes en un receptáculo axial en la cabeza cilíndrica. Una caja de engranajes en ángulo recto adecuada 330 es una de tipo Stock Model S272-2RR12 fabricada por Stock Drive Products en New Hyde Park, Nueva York.

55 El ajuste de la extensión vertical del tubo deflector 300 es para asegurar que la parte saliente del panel es desviada hacia arriba una pequeña cantidad, del orden de aproximadamente 0,5°-5,0°, preferentemente comprendida entre aproximadamente 1° y 3° cuando el panel es fijado en la prensa entre el plato de prensa superior y el yunque por encima, y el plato de prensa inferior por debajo. Esta desviación del panel compensa la tendencia de la parte saliente del panel a caer bajo la influencia de la gravedad, lo cual pondría el revestimiento superior en tensión y haría difícil la formación de la burbuja 143 a lo largo de una banda del revestimiento superior, y también facilita la formación de la burbuja 143 poniendo el revestimiento superior en compresión adyacente al yunque donde la barra calentadora contacta con el panel. El ajuste es deseable porque ciertos tipos de dobleces denominados "envolturas" usan una posición bajada del plato de prensa inferior y una posición a nivel de la viga plegadora 52, como se muestra en las Figs. 27 y 28 y se describe detalladamente más adelante. También se requiere ajuste para compensar diversos grosores de panel y

# ES 2 336 633 T3

ángulos de plegado. En el caso de los tipos de pliegues mostrados en las Figs. 19-26, los cambios de grosor de panel y ángulo de plegado necesitan ajuste radial a la viga plegadora. Normalmente es necesario ajuste de compensación del precargador 88 para el ajuste radial de la viga plegadora 52.

## 5 Funcionamiento

La máquina dobladora de paneles funciona en dos modos básicos. El primer modo realiza simples dobleces en ángulo recto usando un yunque rectangular 70 como se muestra en la Fig. 9 y no requiere movimiento del panel entre la formación de la burbuja y el doblado. El segundo modo produce dobleces que tienen un ángulo de plegado inferior a 90°, o “envolturas” que tienen un radio exterior mayor que el grosor del panel. Los dobleces y las envolturas de este segundo modo son producidas usando yunque de los tipos mostrados en las Figs. 10 y 11 y requieren que el panel sea movido, después de calentar con la barra calentadora y la formación de la burbuja, a una posición más cerca del yunque para doblado y soldadura de faldilla. Estos dos modos de funcionamiento se describirán detalladamente más adelante.

15 El funcionamiento del primer modo, ilustrado en las Figs. 19-22, comienza con un panel 65 fijado y sujeto firmemente en posición entre el plato de prensa superior 38 y el plato de prensa inferior 36. El borde frontal superior del plato de prensa inferior 36 es alineado verticalmente con la tangente frontal del yunque con el panel. La tangente frontal del yunque 70, mostrada en las Figs. 9 y 19, usada para dobleces de 90°, es la esquina frontal inferior del yunque 70. La posición vertical de la viga plegadora 52 se establece según la siguiente relación:

$$R_{fb} = T(1 - \cos\theta)$$

25 donde

$R_{fb}$  es el radio de rotación de la viga plegadora 52, y

T es el grosor del panel.

30 En la Fig. 19 se muestra la barra calentadora 96 en su posición bajada, en contacto con la superficie superior del panel 65. La posición de la barra calentadora 96 está a nivel contra el lado del yunque 70 porque la configuración vertical de los lados del yunque 70 posibilita bajar la barra calentadora dentro de una posición contigua como la mostrada. La barra calentadora 96 calienta una banda de la lámina frontal superior del panel 65 adyacente al yunque 70 a una temperatura a la que la resina termoplástica del revestimiento superior se ablanda y la resina que une el revestimiento superior al núcleo celular pierde su resistencia adhesiva, alcanzando la temperatura de transición a vidrio, en el caso de adhesivo de epoxy, o por ablandamiento o fusión en el caso de un adhesivo termoplástico. La temperatura y el tiempo de impregnación de la barra calentadora 96 variarán con la composición de la resina, el tipo de fibra en las capas de la lámina frontal, el número de capas, y el porcentaje volumétrico de resina en las láminas frontales. La siguiente tabla ofrece varios ejemplos de materiales típicos de láminas frontales, todos adheridos a un núcleo en panel del panel con una capa gruesa de 0,003" de epoxy y usando el 50% en volumen de resina termoplástica PEI como la matriz para la fibra de la lámina frontal:

45	Composición	Variables de proceso				
		Número de capas	Tipo de fibra	$T_{bar}$	Tiempo de impregnación	$T_{clamp}$
50	1	vidrio	625°F	55 s	225°F	60 s
	1	grafito	675°F	30 s	225°F	60 s
55	2	vidrio	600°F	55 s	225°F	120 s
	2	grafito	650°F	55 s	225°F	120 s

60 En la configuración mostrada en las Figs. 9 y 19-22, la barra calentadora está en contacto con el yunque 70 durante el ciclo de impregnación mostrado en la Fig. 19, así que es posible eliminar la varilla calentadora 90 del yunque 70. Sin embargo, se prefieren la varilla calentadora 90 y termopares debido al mayor grado de control de temperatura que proporcionan para el yunque 70.

65 El tubo deflecto 300 del precargador de panel 88 se eleva contra la parte inferior del panel 65 para desviar preventivamente hacia arriba el extremo distal del panel, como se muestra en la Fig. 19, para sostener el panel contra el combado hacia abajo bajo su propio peso, que pondría la lámina frontal superior en tensión y haría difícil o imposible la formación de la burbuja 143. En cambio, la desviación hacia arriba pone la lámina frontal superior del panel 65 en compresión y facilita la formación de la burbuja 143.

## ES 2 336 633 T3

Después de calentar la banda de la lámina frontal superior con la barra calentadora 96 durante un tiempo de impregnación de duración predeterminada, se sube la barra calentadora 96, como se muestra en la Fig. 20, presurizando el cilindro 128 a través de la línea hidráulica 134, retrayendo así el pistón en el cilindro 128 y el vástagos de pistón unido 126 y girando los brazos 140 del montaje de brazo pivotante 98 alrededor del eje 115. La resina termoplástica ablandada de la lámina frontal superior es pegajosa y se adhiere ligeramente a la superficie de contacto de la barra calentadora 96. Levantar la barra calentadora 96 lejos del panel 65 levanta la banda calentada de la lámina frontal lejos del núcleo celular del panel 65, formando la burbuja 143 como se muestra en la Fig. 20. La desviación previa hacia arriba del extremo distal del panel 65, poniendo la zona de la lámina frontal superior del panel justo por fuera del yunque 70 en un estado de compresión, también facilita la formación de la burbuja 143, y la dilatación térmica de la banda calentada de la lámina frontal calentada por la barra calentadora 96 incrementa la anchura no sometida a tensión del material de la lámina frontal en la zona de la banda por debajo de la barra calentadora, aumentando el efecto de formación de burbuja.

Inmediatamente después de que se forme la burbuja 143 levantando la barra calentadora lejos de la superficie del panel 65, se acciona la hoja plegadora 52 activando los motores de accionamiento 58 para girar la hoja plegadora 52 alrededor del eje de rotación 56. El borde superior de la viga plegadora, formado opcionalmente en una pestaña 332 mostrada en las Figs. 17 y 18, gira alrededor del eje 56 y encaja en la parte del extremo distal del panel en voladizo por fuera de la parte retenida entre los platos de prensa superior e inferior. El centro de rotación de la viga plegadora coincide aproximadamente con el borde frontal superior 334 del plato de prensa inferior en las Figs. 19-26, y el nivel 20 de la superficie superior del plato de prensa inferior 36 está alineado horizontalmente con el eje de rotación 56 de la hoja plegadora 52.

La rotación hacia arriba de la viga plegadora 52, ilustrada en la Fig. 21, dobla la parte distal del panel 65 hacia arriba alrededor de la línea tangente 336 del yunque 70. Como la viga plegadora ahora contacta con y sostiene la parte distal del panel 65, el tubo deflecto 30 ya no es necesario para soporte de desviación y es retraído despresurizando los cilindros neumáticos 286 y permitiendo que la fuerza de resistencia del panel empuje el pistón y su vástagos de pistón 292 de vuelta al interior del pistón 286 a medida que la viga plegadora gira en sentido contrario a las agujas del reloj en la Fig. 21.

A medida que el panel se dobla hacia arriba alrededor de la línea tangente 336 del yunque 70, la burbuja 143 comienza a plegarse en un pliegue 338, como se muestra en la Fig. 21. El material de la lámina frontal de la burbuja 143 se dobla sobre sí mismo en el pliegue 338 a medida que disminuye el radio interior del doblez en el panel 65. El doblado continuado hacia arriba del panel 65 plancha el pliegue 338 contra el yunque calentado 70 en una faldilla aplanada 340, como se muestra en la Fig. 22. Los pocos grados finales de movimiento de doblado hacia arriba del panel 65 fuerzan 35 a la cara superior del panel 65 que está justo por fuera de la línea tangente 336 del yunque contra la cara exterior del yunque, ejerciendo presión elevada sobre la faldilla aplanada 340 e incrustando la faldilla 340 ligeramente dentro del núcleo celular. La elevada presión ejercida sobre la faldilla 340 presiona los pliegues superpuestos de la faldilla en contacto íntimo así que las resinas termoplásticas ablandadas de los pliegues superpuestos del material de la lámina frontal pueden fluir juntas y ser soldadas termoplásticamente entre sí. La viga plegadora 52 es sujetada en su posición 40 extrema girada hacia arriba, sujetando el panel en la posición totalmente doblada contra la cara exterior del yunque mientras la resina de la faldilla 340 se enfriá por debajo de su temperatura ablandada. Despues del enfriamiento, la viga plegadora se vuelve a girar a su posición de partida y la prensa se abre para soltar el panel doblado para sacarlo de la prensa.

Desde el momento en que la barra calentadora 96 se levanta el panel y se forma la burbuja 143 en el material de la lámina frontal, la resina de la burbuja 143 pierde calor. Por consiguiente, es importante que el plegado del panel se realice rápidamente tras el levantamiento de la barra calentadora 96 del panel de manera que la resina de la faldilla 340 esté todavía suficientemente caliente para soldarse termoplásticamente a sí misma cuando la faldilla 340 sea presionada entre la cara exterior del yunque y el núcleo celular del panel. Los factores que influyen en la velocidad de pérdida de calor del material de la lámina frontal en la burbuja 143, el pliegue 338 y la faldilla 340 incluyen la temperatura inicial 50 a la que es calentado el material por la barra calentadora 96, la capacidad térmica de la resina y la fibra del material de la lámina frontal, la conductividad térmica del material de la lámina frontal, la masa de resina y fibra en la sección transversal de la lámina frontal, la temperatura ambiente, y la temperatura del yunque 70. La pérdida de calor podría ralentizarse añadiendo un calentador de cinta radiante de infrarrojos (no mostrado) unido a la cara frontal inclinada 55 106 del plato de prensa superior 38 dirigido al panel 65 adyacente al yunque 70.

El doblez en el panel, doblado de acuerdo con el procedimiento ilustrado en las Figs. 19-22, tiene un "radio interior" en el interior del doblez que se ilustra en la Fig. 22 como mayor que el radio muy pequeño en la esquina del yunque 70 a lo largo de la línea tangente 336. Cuando la hoja plegadora 52 ha finalizado su desplazamiento, fuerza al panel 65 contra la cara vertical del yunque así que la forma del panel en el interior del doblez corresponde muy estrechamente 60 con la forma exterior del yunque 70. Dependiendo del procedimiento de fabricación mediante el cual se realiza el yunque 70, la esquina alrededor de la cual se dobla el panel 65 puede ser achaflanada, ligeramente redondeada, o aguda. En todos los casos de un yunque para realizar un doblez de 90°, el "radio interior" sería pequeño y en el caso de la esquina aguda, sería muy pequeño, quizás incluso próximo a cero. No obstante, el interior del doblez siempre tendrá 65 un "radio interior" definido como tal, incluso si es un radio muy pequeño.

En la realización de la Fig. 9, la burbuja 143 se forma en el material de la lámina frontal inmediatamente adyacente al yunque 70. Por otra parte, en la realización de la Fig. 10 hay una separación entre la línea tangente del yunque 70' y

## ES 2 336 633 T3

la barra calentadora 96, así que la burbuja 143 no se forma inmediatamente adyacente al yunque 70'. Como el borde de la burbuja 143 debe estar en la línea tangente del yunque, el panel 65 es desplazado hacia dentro de la máquina 30 en la dirección de la flecha 342 de la Fig. 24 después de la formación de la burbuja para colocar la burbuja 143 adyacente al yunque antes de doblar el panel. El panel 65 es desplazado para colocar correctamente la burbuja mediante el uso 5 del sistema de colocación de panel 86, cuyo funcionamiento no se repetirá aquí ya que fue descrito anteriormente, pero la secuencia de su funcionamiento se describirá en conjunción con las Figs. 23-26.

En la Fig. 23, la barra calentadora 96 se muestra en contacto con la lámina frontal superior del panel 65, calentando una banda de la lámina frontal a la que el adhesivo que sujetla la lámina frontal al núcleo celular 10 se desune y la resina termoplástica de la lámina frontal se ablanda hasta la temperatura de soldadura termoplástica. Durante este ciclo de impregnación de calentamiento, el panel 65 está retenido entre el plato de prensa superior 38 y el plato de prensa inferior 36, y la parte distal en voladizo del panel está sostenida por la barra de desviación previa 300 contra el combado bajo su propio peso. Típicamente, la parte distal en voladizo del panel 65 será desviada previamente 15 hacia arriba en el intervalo de 0,5°-5,0°, preferentemente en el intervalo de 1°-2° durante esta fase de calentamiento, como se ilustra en la Fig. 24.

Después del ciclo de impregnación de calentamiento, se levanta la barra calentadora, formando la burbuja 143 como se muestra en la Fig. 24. El levantamiento de la barra calentadora y la formación de la burbuja son iguales que como se describió anteriormente en conjunción con las Figs. 19 y 20. En esta realización de las Figs. 23-26, después 20 de la formación de la burbuja 143, el plato de prensa superior 38 es levantado ligeramente para soltar el panel 65. Se acciona el sistema de colocación de panel 86 para desplazar el panel 65 una distancia predeterminada de vuelta al interior de la máquina 30 en la dirección indicada por la flecha 342 para colocar la burbuja 143 como se ilustra en la Fig. 25 adyacente a la línea tangente del yunque 70'. Cuando el panel es colocado con la burbuja 143 adyacente 25 a la línea tangente del yunque 336, el plato de prensa superior 38 es cerrado para retener el panel 65 entre los platos de prensa superior e inferior, como se ilustra en la Fig. 25. A continuación se acciona la hoja plegadora 52 para girar un ángulo de plegado  $\Theta_f$  de aproximadamente 45° como se ilustra en la Fig. 26 para plegar el panel 65 hacia arriba 30 alrededor de la línea tangente 336 del yunque 70'. La formación del pliegue 338, el aplanamiento del pliegue 338 en una faldilla 340, y el planchado y la soldadura termoplástica de la faldilla 340 son igual que como se describió en conjunción con las Figs. 21 y 22.

El procedimiento para formar un doblez con un radio exterior mayor que el grosor del panel 65 se conoce como 35 formación de una "envoltura". El procedimiento de formación de la "envoltura" se ilustra en las Figs. 27 y 28, usando el yunque 70" y la barra calentadora 96' ilustrada en la Fig. 11. La barra calentadora 996' es similar a la barra calentadora 96 ilustrada en las Figs. 9 y 10 excepto que tiene un pie de contacto más amplio usado para calentar una banda calentada más amplia de la lámina frontal superior del panel 65 que corresponde a un radio interior más amplio de la "envoltura". El yunque 70" tiene una superficie exterior cilíndrica que tiene un radio de curvatura  $R_i$  igual al radio interior deseado de la envoltura. Este procedimiento es similar al procedimiento ilustrado en las Figs. 23-26 en 40 que el panel se mueve después de la formación de la burbuja para colocar la burbuja adyacente a la línea tangente del yunque 70". La diferencia principal en el procedimiento de formación de la envoltura está en la posición relativa del plato de prensa inferior 36 y la viga plegadora 52. Como se muestra en la Fig. 27, la viga plegadora se ajusta a una posición dándole un radio de rotación  $R_o$  igual al radio exterior  $R_i$  del yunque 70" más el grosor  $t$  del panel 65. El plato de prensa inferior 36 se baja a una posición en la que su superficie superior está a nivel con la superficie superior 45 de la viga plegadora.

La zona calentada por la barra calentadora 96' corresponde a la superficie del panel alrededor del radio exterior de 50 la "envoltura". Para la mayoría de las aplicaciones que requieren alta resistencia de la pieza, es deseable usar un panel que tenga un adhesivo termoplástico para unir al menos la lámina frontal superior del panel al núcleo celular. El uso de un adhesivo termoplástico asegura que el área de la lámina frontal desunida bajo la burbuja 143 volverá a adherirse al núcleo celular del panel cuando sea planchada por presión contra la cara cilíndrica del yunque 70".

La mejor apariencia y resistencia del doblez se logra cuando hay suficiente material extra para producir una faldilla con una superposición sustancial. Sin tal material superpuesto, el planchado del material de la burbuja alrededor de la superficie del yunque causa arrugas y frunces en vez de una faldilla resistente y atractiva soldada hacia abajo contra sí misma. Los mejores resultados se han logrado cuando la diferencia lineal de longitud, medida en la dirección angular 55 o circunferencial, entre el interior y el exterior de la envoltura es al menos 1/4 de pulgada.

Se contemplan varias modificaciones de las realizaciones descritas anteriormente. Por ejemplo, modificaciones de la barra calentadora y el equipo de montaje de la barra calentadora, mostrados en las Figs. 29-31, simplifican el 60 montaje de la barra calentadora y mejoran su fiabilidad. El equipo de montaje incluye un carril de montaje 344 que se extiende por toda la longitud del montaje de brazo pivotante 98, fijado a las placas extremas 146 mediante fijadores 148 y gatos niveladores 154 para ajustar la posición del carril de montaje para asegurar que esté recto y nivelado en su posición bajada adyacente al plato de prensa inferior 36. Una zapata de montaje 346 está fijada al carril 344 y se extiende por toda la longitud del carril. La zapata de montaje 346 es de estructura y funcionamiento idénticos al portaherramientas 62 para montar los yunque, como se muestra en las Figs. 5 y 9-11.

Una barra calentadora 350 está sostenida sobre dos postes 348, unido cada uno mediante fijadores a un pie 352 que ajusta dentro y está sostenido por las zapatas 346 de la misma manera que el miembro de base de herramienta 69 ajusta dentro y está sostenido por el portaherramientas 62. Un retén 354 sujeta cada pie 352 en su sitio hasta que 65

## ES 2 336 633 T3

una manguera de aire comprimido pueda ser presurizada para forzar a las placas en un entrante contra la superficie superior del pie 352 para tratar el pie en su zapata 346, como se describió anteriormente para el portaherramientas 62 y el miembro de base de herramienta 69. Una barra conectora 356 se extiende entre los postes 348 y está fijada a los mismos mediante fijadores 358 para rigidizar el montaje de barra calentadora.

5 Una muesca cuadrada 360 que se abre hacia atrás y hacia abajo en los postes 348 recibe la barra calentadora 350 y un recubrimiento de chapa metálica 362 que minimiza la pérdida de calor por convección desde la barra calentadora 350. La pieza posterior del recubrimiento 362 se extiende verticalmente y está fijada al lado posterior de los postes 348, y también es doblada en una pestaña que sobresale hacia atrás 364 que está fijada a y sostiene un techo de chapa metálica 366. El techo se extiende sobre el recubrimiento 362 para retardar la pérdida de calor del recubrimiento 362 y principalmente para cubrir el recubrimiento frente al contacto accidental con el recubrimiento 362 por parte de los trabajadores que haya en las inmediaciones.

10 15 Una perno de tope 368 está roscado dentro de un orificio en cada poste 348 y se extiende a través de un orificio ranurado en la parte superior de la barra calentadora 350 para sostener la barra calentadora 350 sobre los postes 348. La altura del orificio ranurado de la barra calentadora 350 es mayor que el diámetro del perno de tope 368, permitiendo que la barra calentadora 350 se ajuste a sí misma y quede plana contra la lámina frontal del panel cuando la barra calentadora se baja a la posición de calentamiento. Dos casquillos cerámicos 370 se deslizan sobre el perno de tope 368, encuadrando la barra calentadora 350 para centrar la barra calentadora dentro del recubrimiento 362.

20 25 Obviamente, son posibles muchas otras modificaciones y variaciones de la realización preferida descrita y se les ocurrirán a los expertos en la materia a la luz de esta exposición. Por consiguiente, ha de entenderse expresamente que estas modificaciones y variaciones, y las equivalentes de las mismas, debe considerarse que entran dentro del ámbito de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

30

35

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico, que comprende:

- 5 - retener una parte plana de dicho panel para sujetar dicha parte plana contra el movimiento paralelo al plano de dicha parte plana;
- 10 - calentar una banda lineal de una lámina frontal interior por un lado de dicho panel para ablandar la resina de dicha lámina frontal interior con una barra calentadora y desunir el adhesivo que sujeta dicha lámina frontal interior a dicho núcleo en panal;
- 15 - formar dicha banda lineal en una burbuja separada lejos de dicho núcleo en panal;
- 20 - doblar un tramo distal del dicho panel, por fuera de dicha parte retenida, alrededor de un yunque calentado a lo largo de un eje paralelo a dicha banda lineal para formar un doblez que tiene un radio interior, con dicha burbuja coincidiendo con dicho radio interior;
- 25 - plegar dicha burbuja alrededor de dicho radio interior y formar una faldilla superpuesta de la lámina frontal interior;
- 30 - presionar dicha faldilla superpuesta de dicha lámina frontal interior en un pliegue entre dicho yunque y un tramo doblado de dicho panel, y sujetar dicho tramo en dicha posición doblada mientras la resina de dicha faldilla se inmoviliza en dicho pliegue.

25 2. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 1, en el que;

- 30 - dicha etapa de plegado incluye planchar dicha faldilla contra dicho tramo con dicho yunque para formar dicho pliegue; y
- 35 - unir dicho pliegue a dicha lámina frontal interior por fuera de dicho doblez.

35 3. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 1, en el que:

- 40 - dicha etapa de plegado incluye enrollar dicha burbuja alrededor de dicho yunque desde dicho eje hacia un borde alejado de dicha banda lineal y plegar dicha burbuja sobre dicho borde alejado contra dicha lámina frontal interior.

45 4. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 3, que además comprende:

- 50 - calentar dicho yunque a una temperatura suficientemente alta para retardar la pérdida de calor desde dicha resina de dicha faldilla mientras dicha faldilla está en contacto con dicho yunque, y a una temperatura inferior a la temperatura de ablandamiento de dicha resina; y
- 55 - sujetar dicha faldilla contra dicho revestimiento interior con dicho yunque mientras dicha resina se inmoviliza;
- 60 - por lo que dicho yunque calentado retarda la pérdida de calor desde dicha burbuja durante dichas etapas de enrollamiento y plegado mientras que permite que dicha resina se inmovilice y se una mientras es sujetada contra dicho revestimiento interior.

55 5. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 4, que además comprende:

- 60 - mantener dicha temperatura del yunque dentro de un intervalo de aproximadamente 200-400°F.

65 6. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 4, que además comprende:

- 65 - sujetar dicho panel en dicha forma doblada durante el tiempo suficiente para que dicha resina se inmovilice en dicha posición planchada.

## ES 2 336 633 T3

7. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 1, que además comprende:

5 - desplazar dicho panel, inmediatamente después de formar dicha burbuja, para colocar dicha burbuja adyacente a dicho yunque calentado.

8. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 1, que además comprende:

10 - flexionar dicho panel en un ligero doblez alrededor de dicho yunque durante dichas etapas de calentamiento y formación para facilitar la formación de dicha burbuja.

15 9. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 1, en el que:

20 - dicha etapa de calentamiento incluye presionar una barra calentadora calentada contra dicha banda lineal de dicha lámina frontal durante el tiempo suficiente para subir la temperatura en dicha banda lineal a una temperatura a la que dicha resina se ablanda y dicho adhesivo se desune; y

25 - dicha etapa de formación incluye adherir dicha banda lineal de dicha lámina frontal interior a dicha barra calentadora y desprender dicha barra calentadora de dicho núcleo.

30 10. Un procedimiento para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según se define en la reivindicación 9, en el que:

35 - dicha barra calentadora es calentada a una temperatura de aproximadamente 600°F durante dicha etapa de calentamiento.

40 11. Un aparato para doblar un panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico según los procedimientos de las reivindicaciones 1-10, que comprende:

45 - una barra calentadora montada de manera móvil en dicho aparato para poner en contacto con dicho panel en una primera posición para calentar una banda de un primer revestimiento termoplástico por un lado de dicho panel, y para alejar de dicho panel después de calentar dicho revestimiento y levantar dicho revestimiento termoplástico en una burbuja lejos de dicho núcleo;

50 - un mecanismo de retención para retener un tramo interno de dicho panel en dicha primera posición, con un tramo externo de dicho panel extendiéndose más allá de dicho mecanismo de retención;

55 - un yunque móvil con dicho mecanismo de retención en contacto con dicho panel por fuera de dicho mecanismo de retención;

- una hoja montada de manera pivotante en dicho aparato para encajar con dicho tramo externo de dicho panel y doblar dicho panel alrededor de dicho yunque;

60 - calentadores para calentar dicha barra calentadora y dicho yunque a temperaturas deseadas; y

- controladores de temperatura para controlar dichos calentadores para subir la temperatura de dicha barra calentadora al menos a una temperatura de desunión a la que dicho primer revestimiento termoplástico puede ser desprendido fácilmente de dicho núcleo, y para subir dicha temperatura del yunque a una temperatura por debajo de la cual el material termoplástico de dicho primer revestimiento termoplástico se ablanda;

65 por medio de lo cual dicho mecanismo de retención retiene dicho panel en dicha primera posición, y dicha barra calentadora calienta dicha banda de dicho primer revestimiento termoplástico a dicha temperatura de desunión y luego se levanta lejos de dicho panel para levantar dicha banda de dicho primer revestimiento termoplástico lejos de dicho núcleo para formar dicha burbuja, y dicha hoja pivota contra dicho tramo externo para doblar dicho panel alrededor de dicho yunque, planchando dicha burbuja en una faldilla contra dicho yunque y presionando dicha faldilla en un pliegue superpuesto liso y atractivo contra dicho panel y soldando dicho pliegue contra dicho primer revestimiento termoplástico para crear un doblez de esquina resistente.

# ES 2 336 633 T3

12. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 11, que además comprende:

- un mecanismo de accionamiento acoplado a dicha hoja para girar rápidamente dicha hoja alrededor de dicho pivote contra dicho panel para doblar dicho panel alrededor de dicho yunque.

5

13. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 11, que además comprende:

- un precargador para flexionar dicho tramo externo de dicho panel hacia dicho yunque para predisponer la formación de dicha burbuja cuando dicha barra calentadora calienta dicha banda de dicho primer revestimiento termoplástico.

10 14. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 13, en el que dicho precargador además comprende:

- una barra montada sobre dicha hoja y móvil un desplazamiento seleccionado para encajar con el lado opuesto de dicho panel para flexionar dicho tramo externo de dicho panel hacia arriba y doblar dicho panel ligeramente alrededor de dicho yunque.

15 20

15. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 11, en el que:

- dicho mecanismo de retención incluye un plato de prensa superior y un plato de prensa inferior, estando situado dicho plato de prensa inferior sobre un plano dispuesto paralelo a dicho plato de prensa superior.

25

16. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 15, que además comprende:

- un dispositivo de traslación de panel que funciona en dicho plano de dicho plato de prensa inferior para desplazar dicho panel después de la formación de dicha burbuja para mover dicha burbuja a una posición adyacente a dicho yunque.

30 35 17. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 16, en el que dicho dispositivo de traslación de panel incluye:

- una ventosa para agarrar una superficie exterior de dicho panel, y un accionador neumático para mover dicha ventosa y dicho panel a dicha posición deseada después de la formación de la burbuja y antes de accionar dicha hoja para doblar dicho panel.

40

18. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 17, que además comprende:

- un accionador para hacer funcionar dicho mecanismo de retención para retener dicho panel entre dicho plato de prensa superior y dicho plato de prensa inferior;

45 - un impulsor conectado a dicha barra calentadora para mover dicha barra calentadora para encajar con y desencajar de dicho panel; y

50 - un mecanismo de accionamiento acoplado a dicha hoja para girar rápidamente dicha hoja alrededor de dicho pivote contra dicho panel para doblar dicho panel alrededor de dicho yunque.

55 19. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 18, que además comprende:

- un controlador para secuenciar y controlar el funcionamiento de dicho accionador de mecanismo de retención, dicho mecanismo de accionamiento de hoja, dicho accionador de barra calentadora y dicho dispositivo de traslación de panel.

60

20. Un aparato doblador según se define en la reivindicación 11, que además comprende:

- un sistema de ajuste de elevación para ajustar la elevación de dicho plato de prensa inferior;

65 - teniendo dicho yunque una superficie exterior que tiene una parte curvada conformada para corresponder al radio interior deseado de dicho panel formado en una envoltura, y teniendo primera y segunda partes tangentes tangentes a lados angulares opuestos de dicha parte curvada, extendiéndose dichas primera y segunda partes tangentes tangentes a extremos angulares de dicha parte curvada y horizontalmente descentradas una de otra.

## ES 2 336 633 T3

21. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que el panel con núcleo en panal con revestimiento termoplástico es un panel con núcleo celular con revestimiento termoplástico, y la etapa de retención comprende retener una parte plana de dicho panel de manera que se sujete inmóvil.

5 22. Un panel de material compuesto formado en un doblez liso, atractivo de alta resistencia, obtenido por el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes 1-10 ó 21.

10

15

20

25

30

35

40

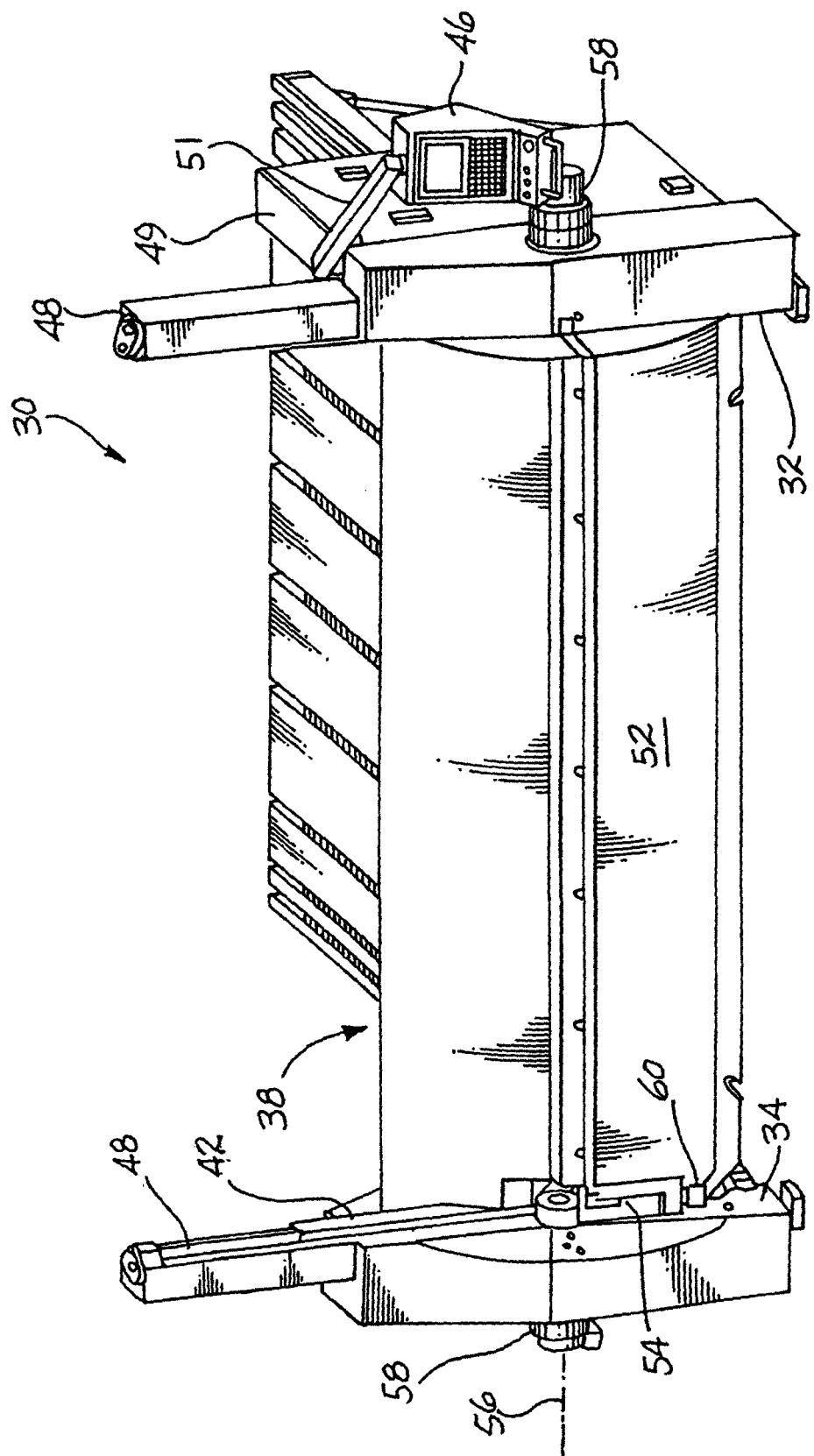
45

50

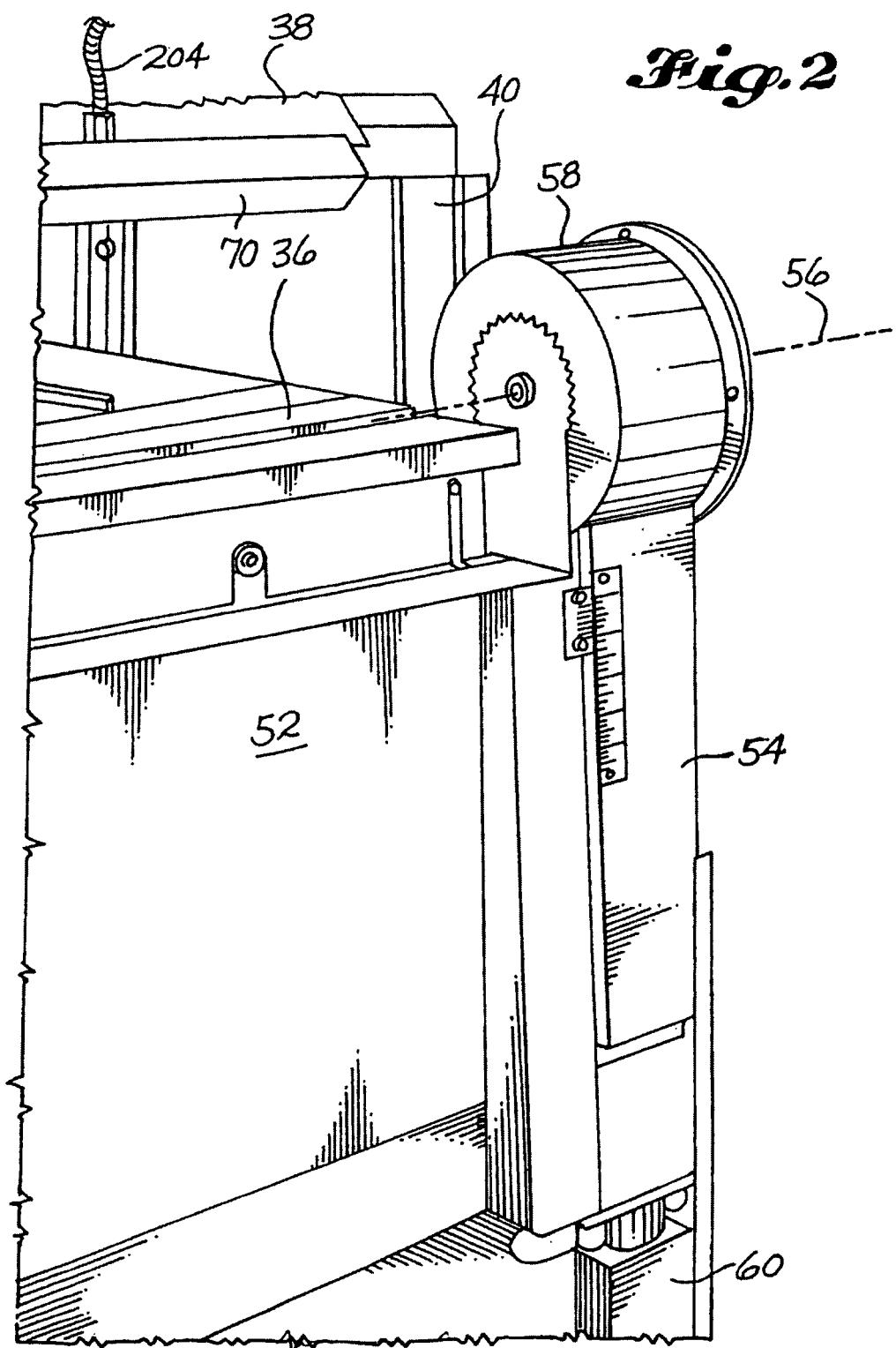
55

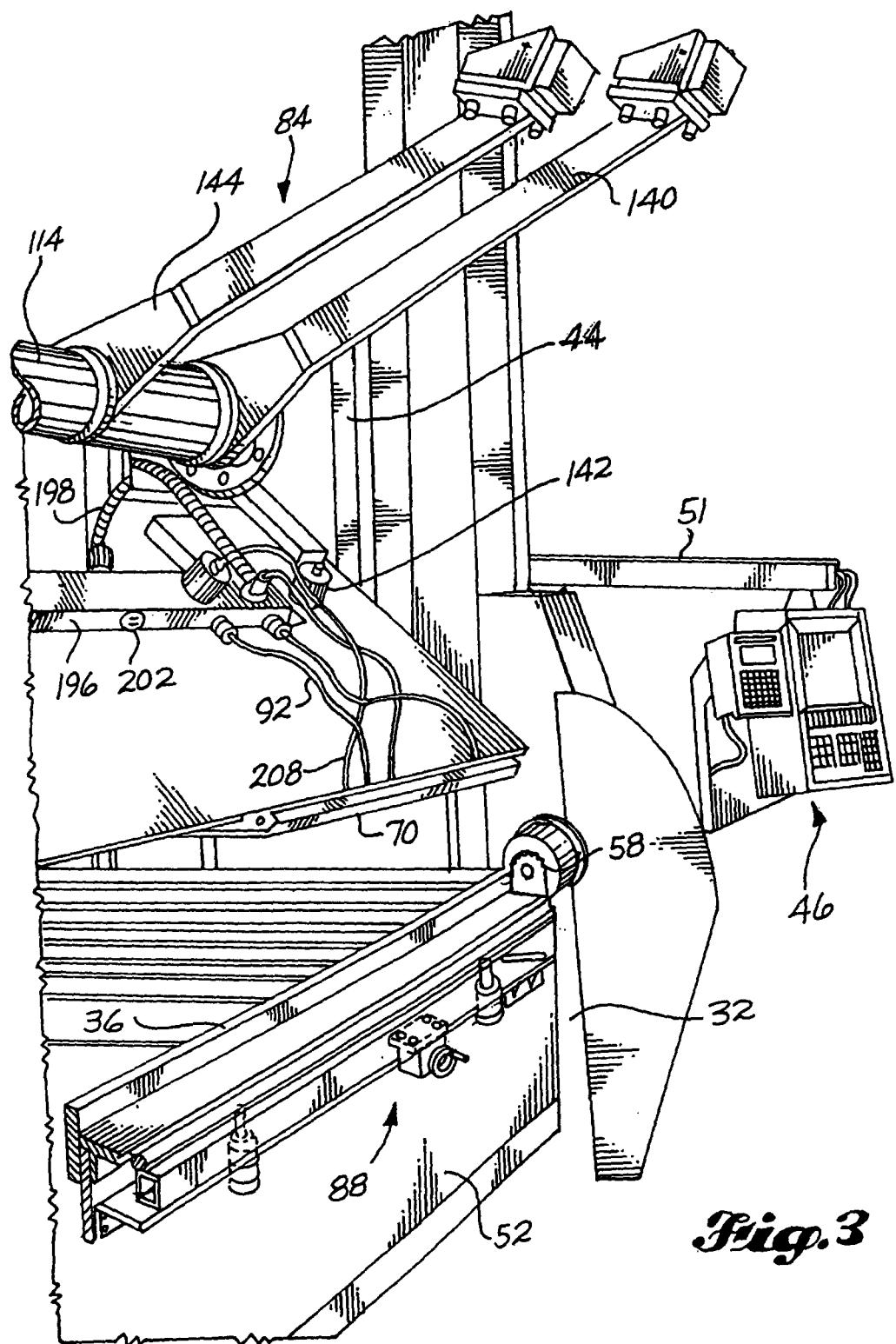
60

65

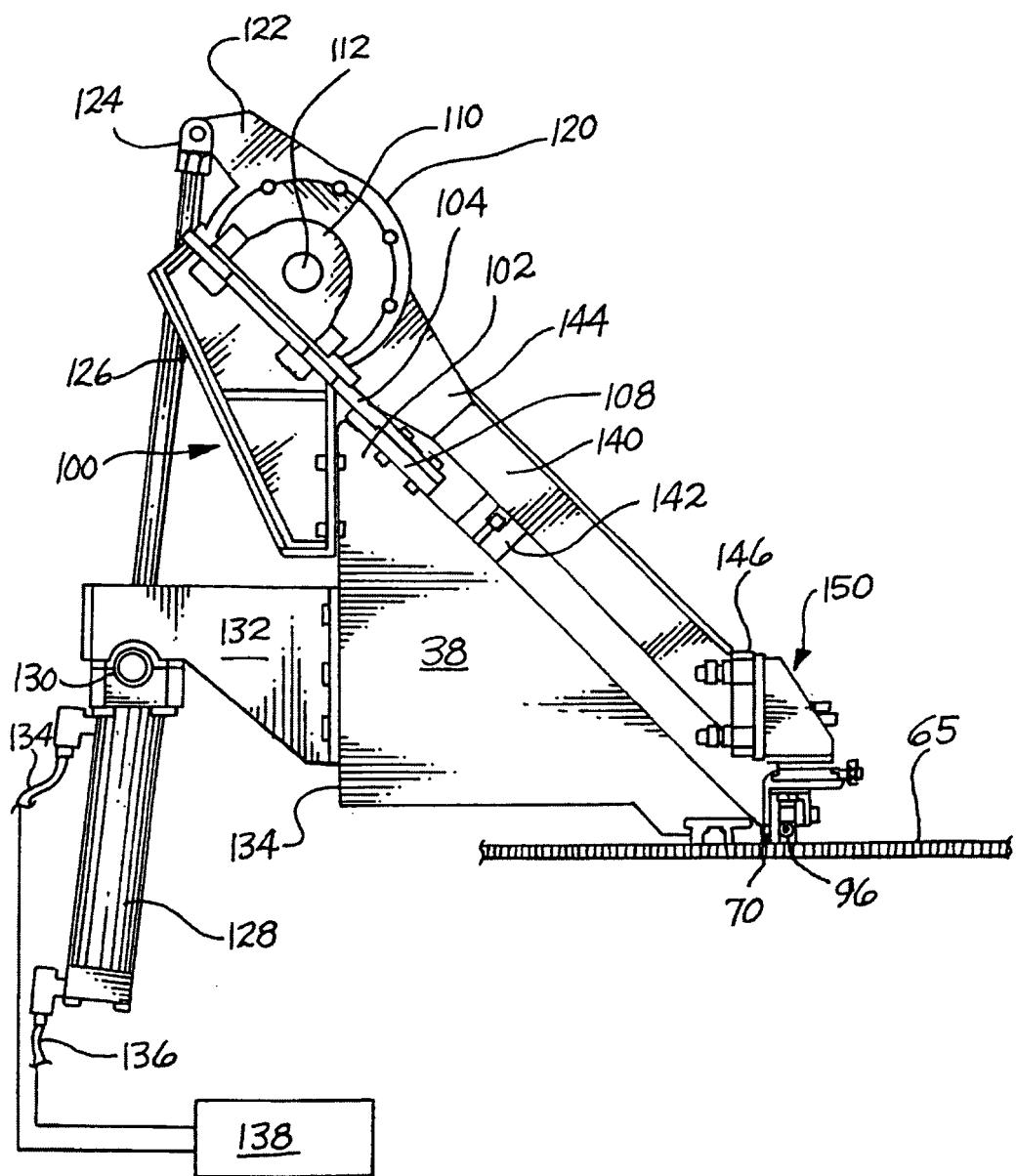


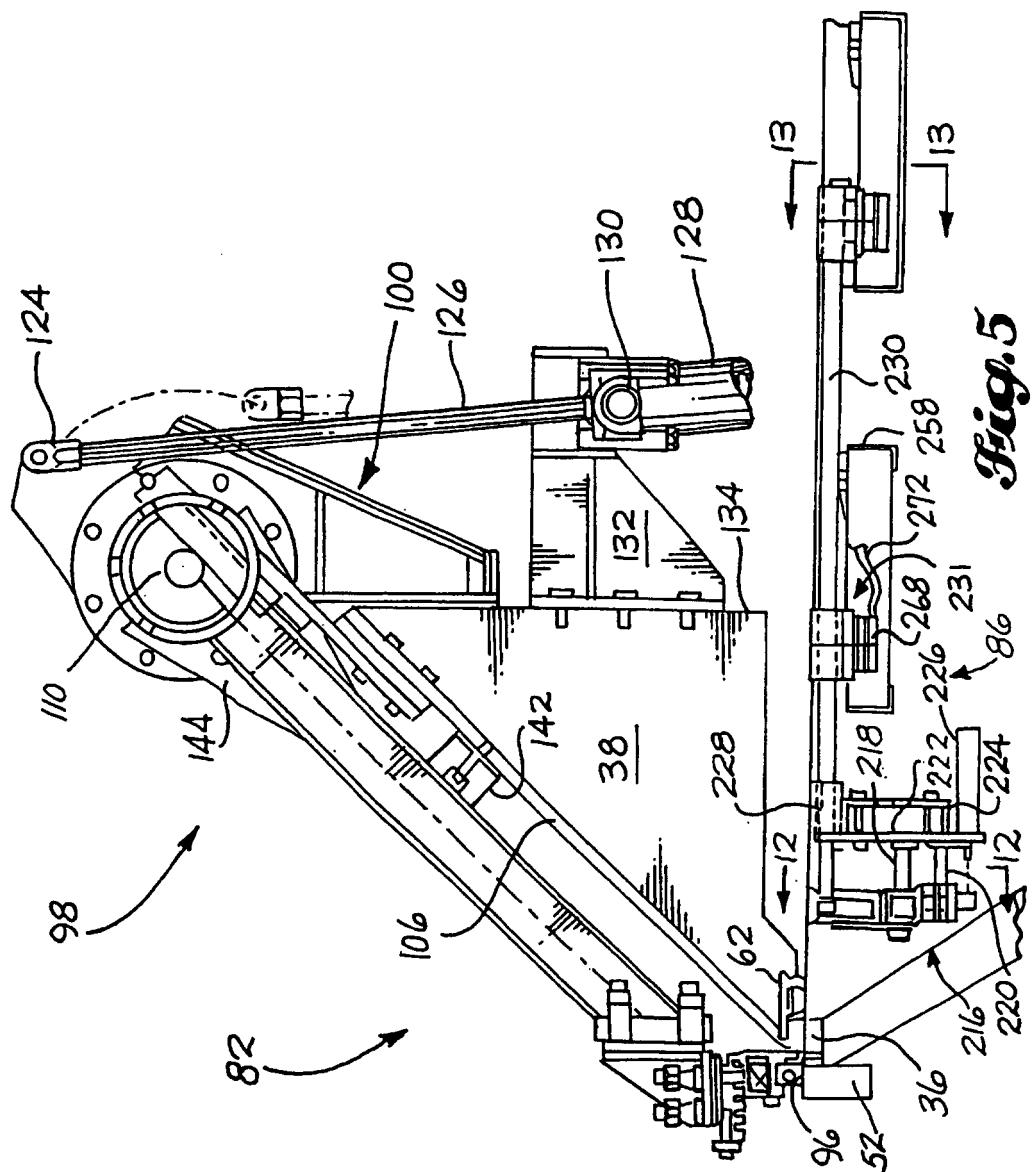
*Fig. 1*  
TÉCNICA ANTERIOR

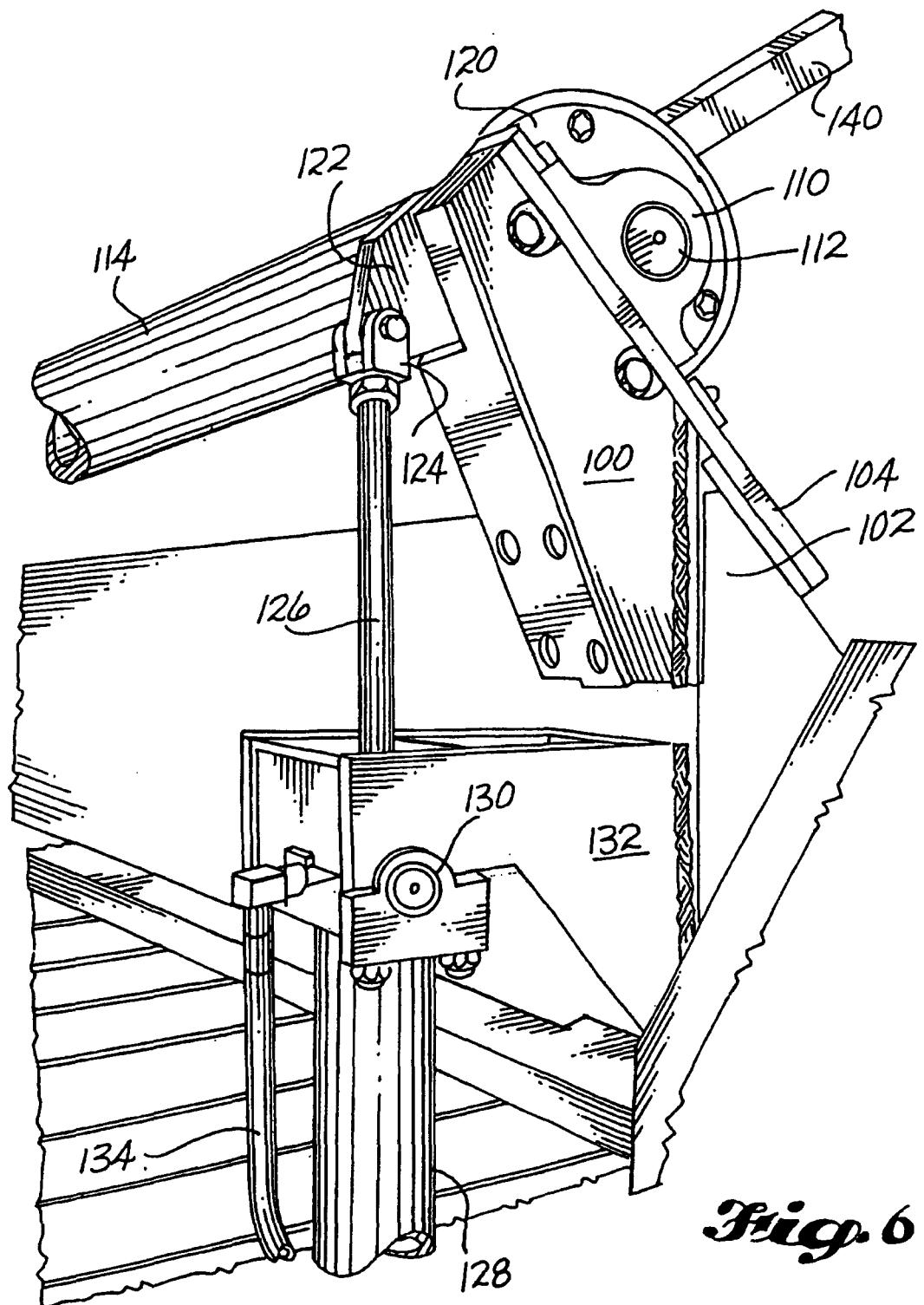


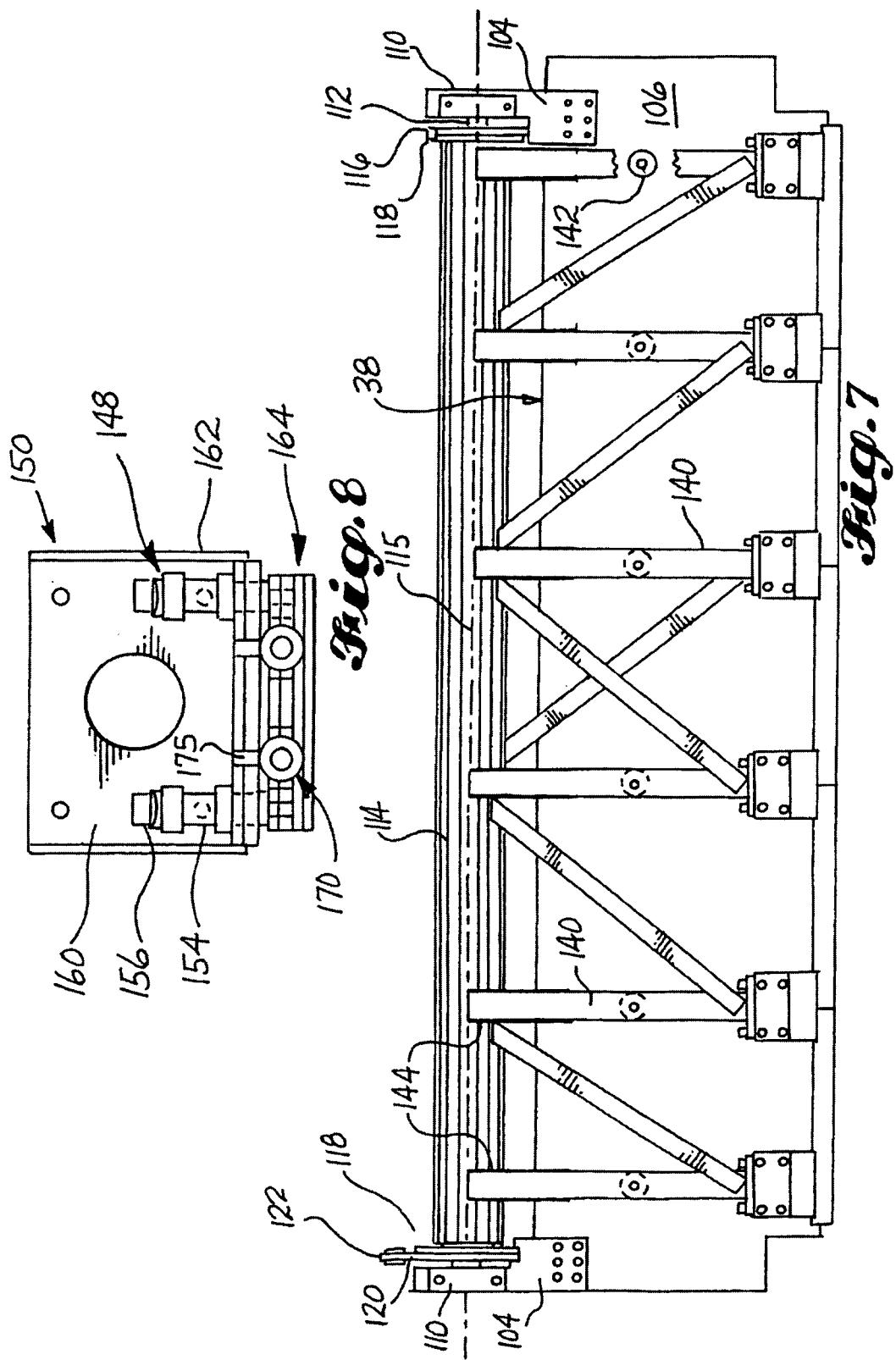


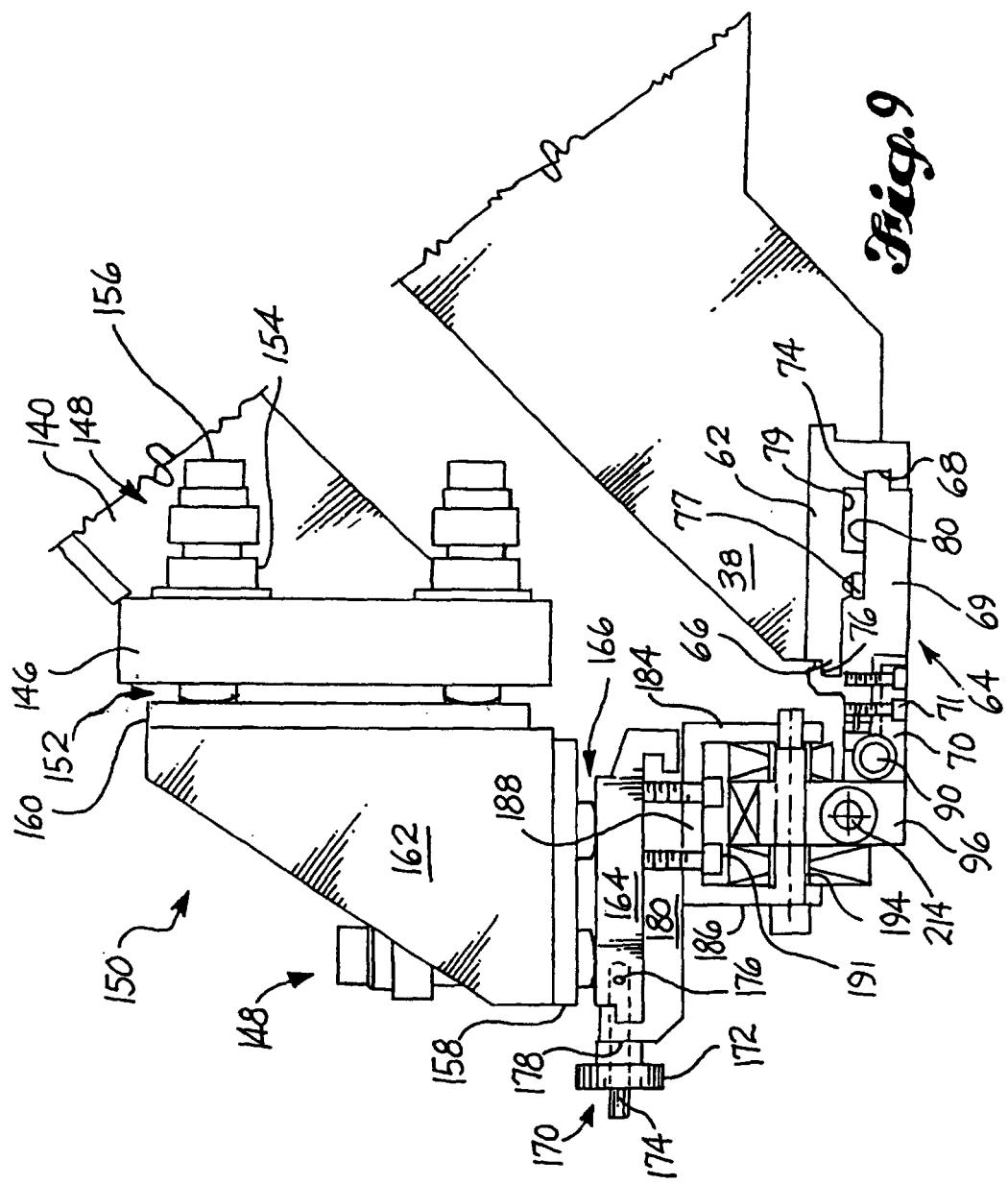
*Fig. 3*

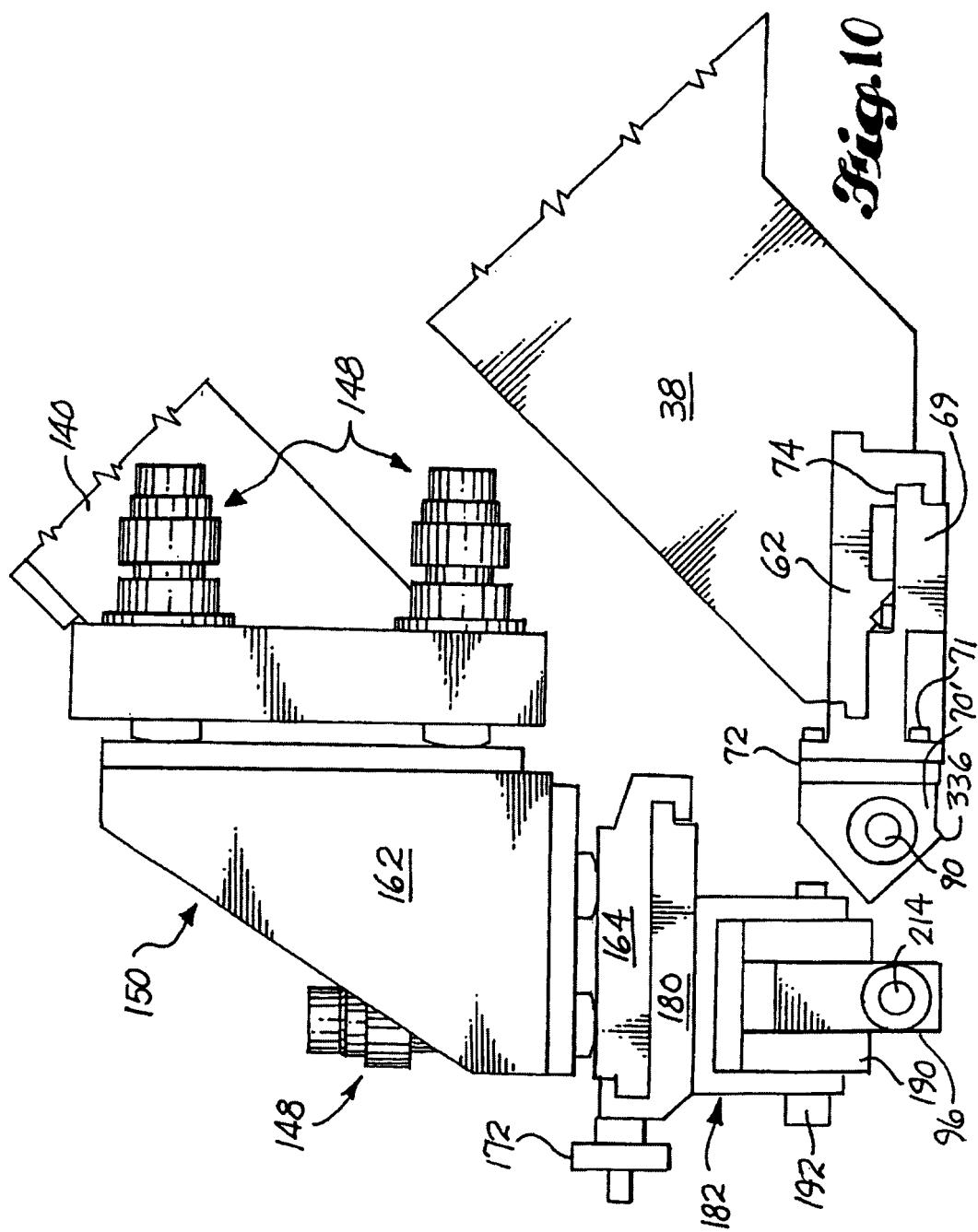


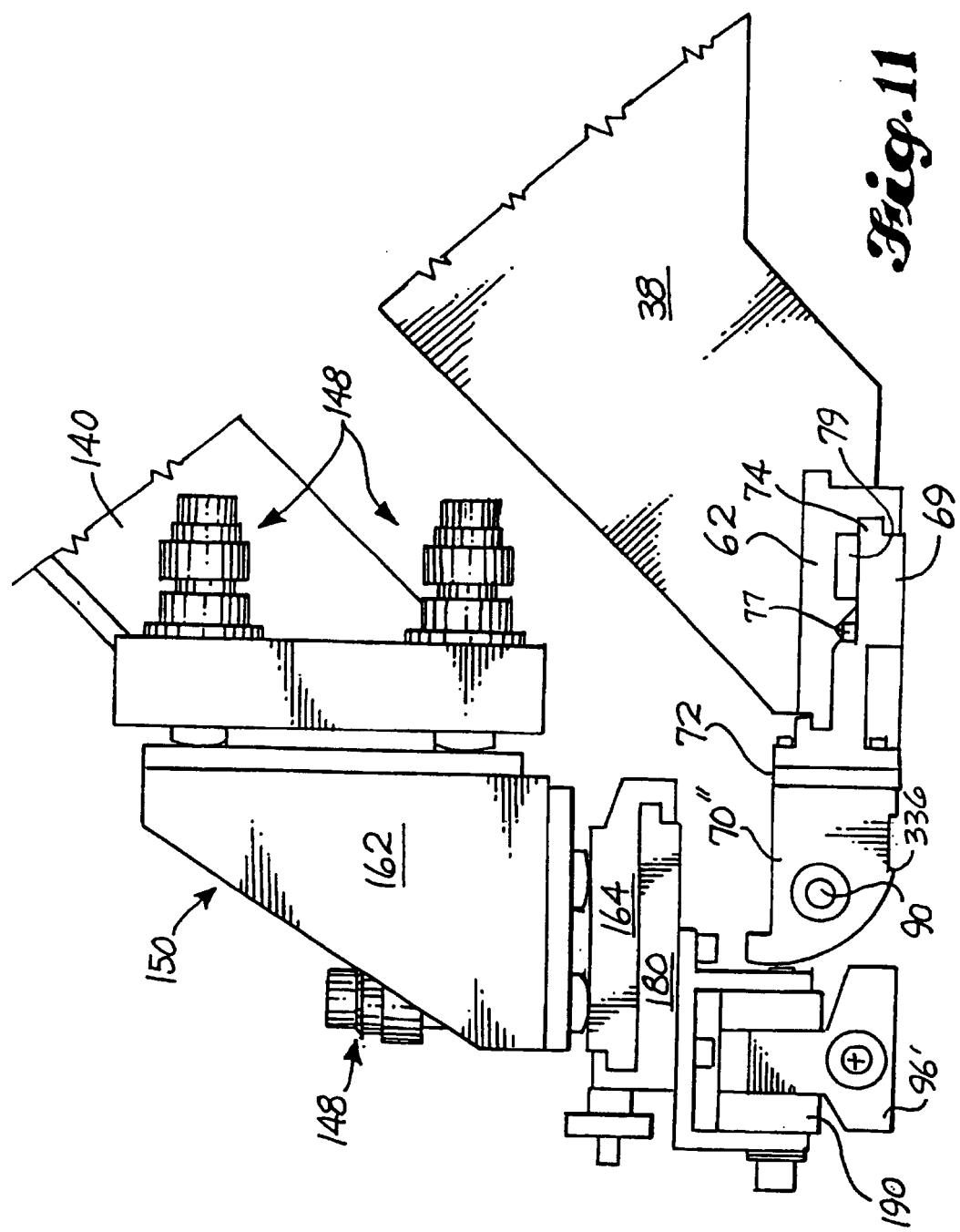












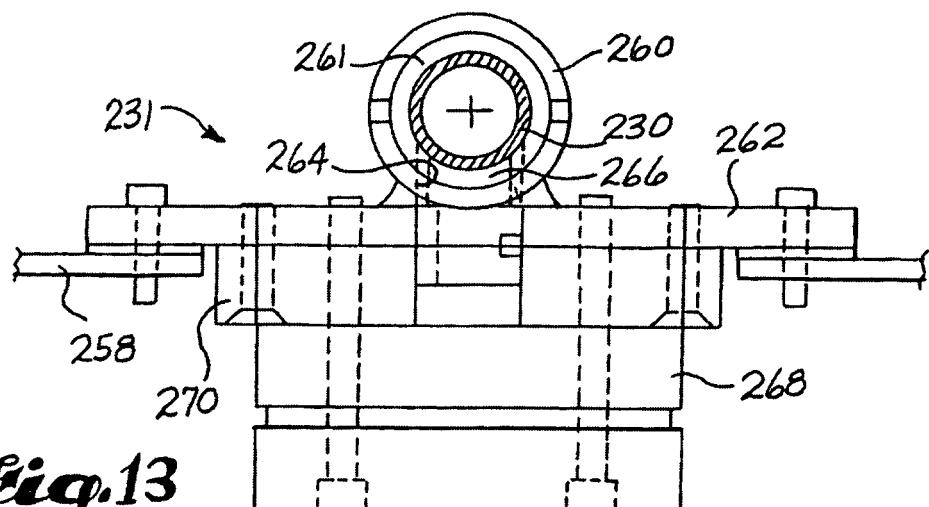


Fig. 13

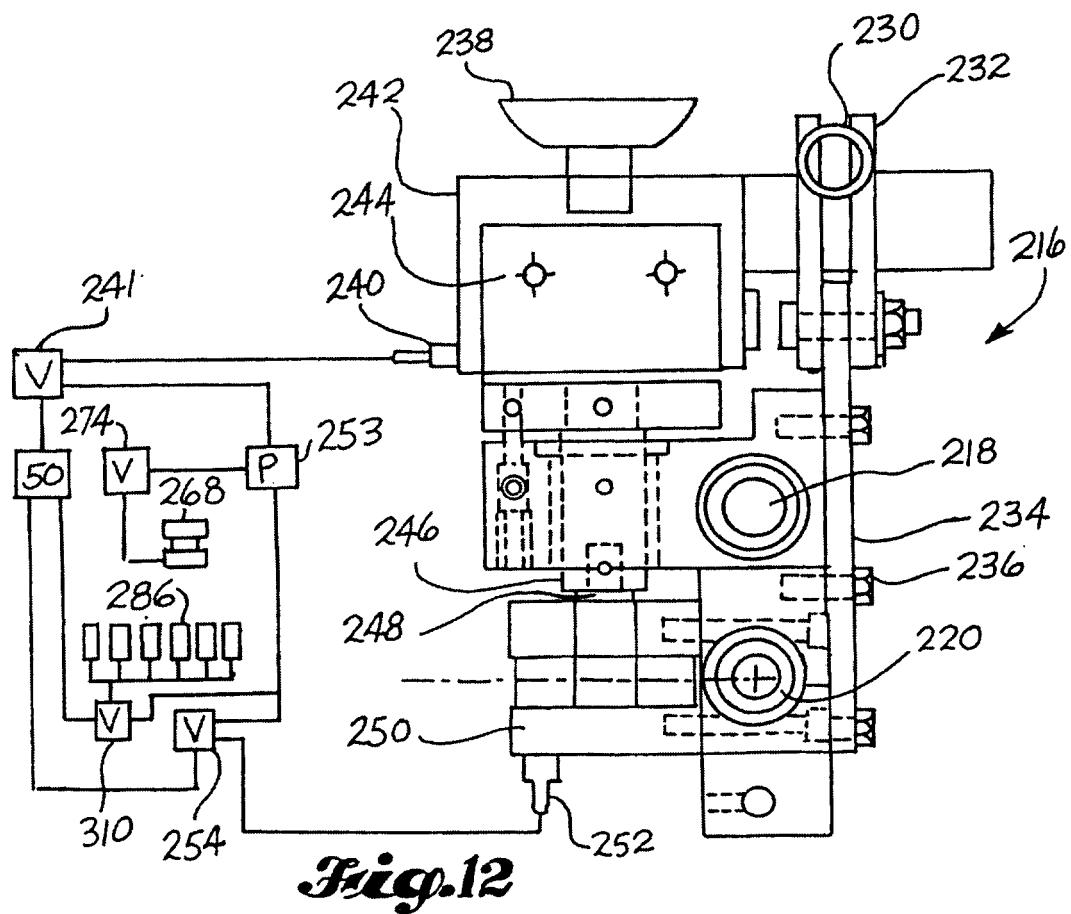
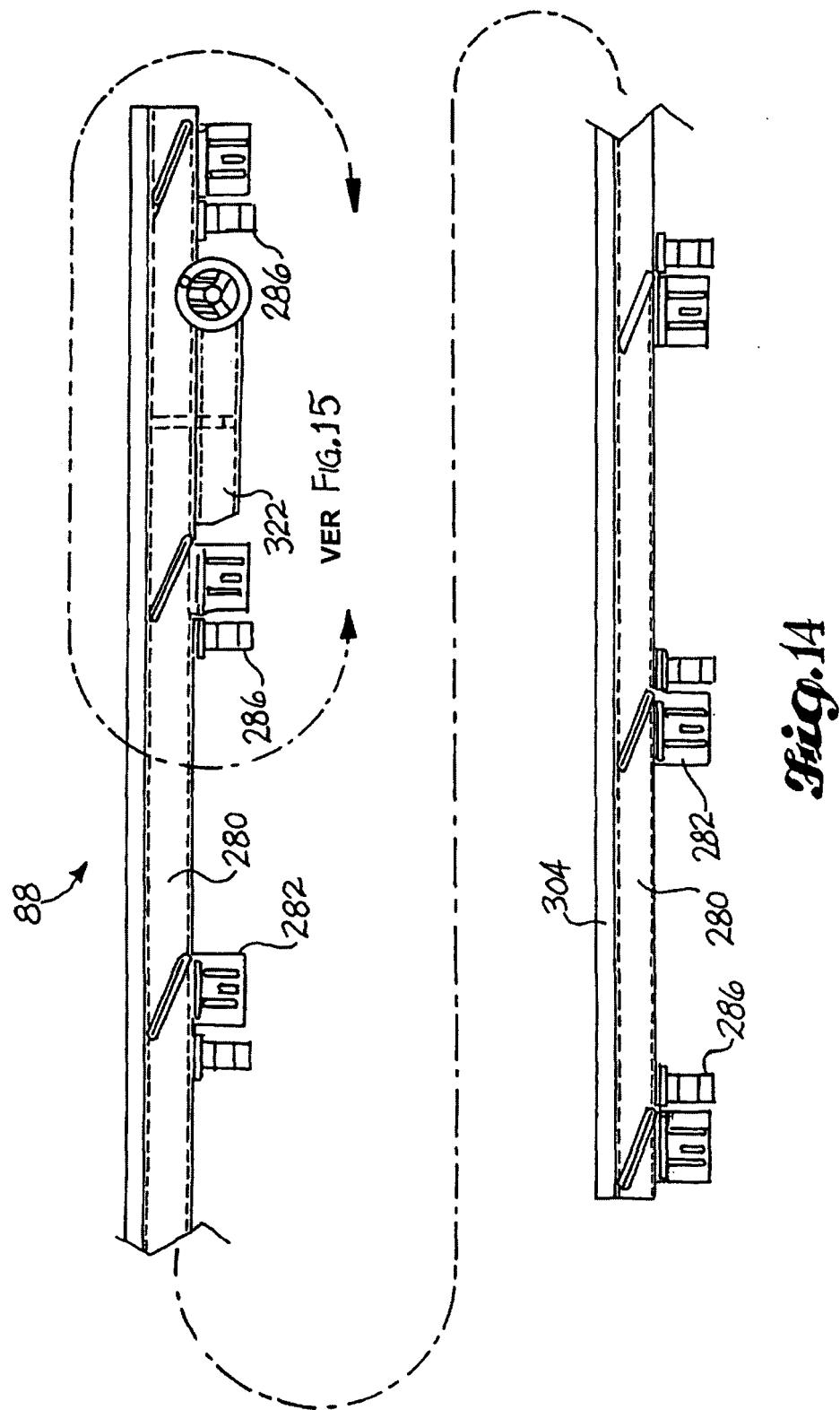
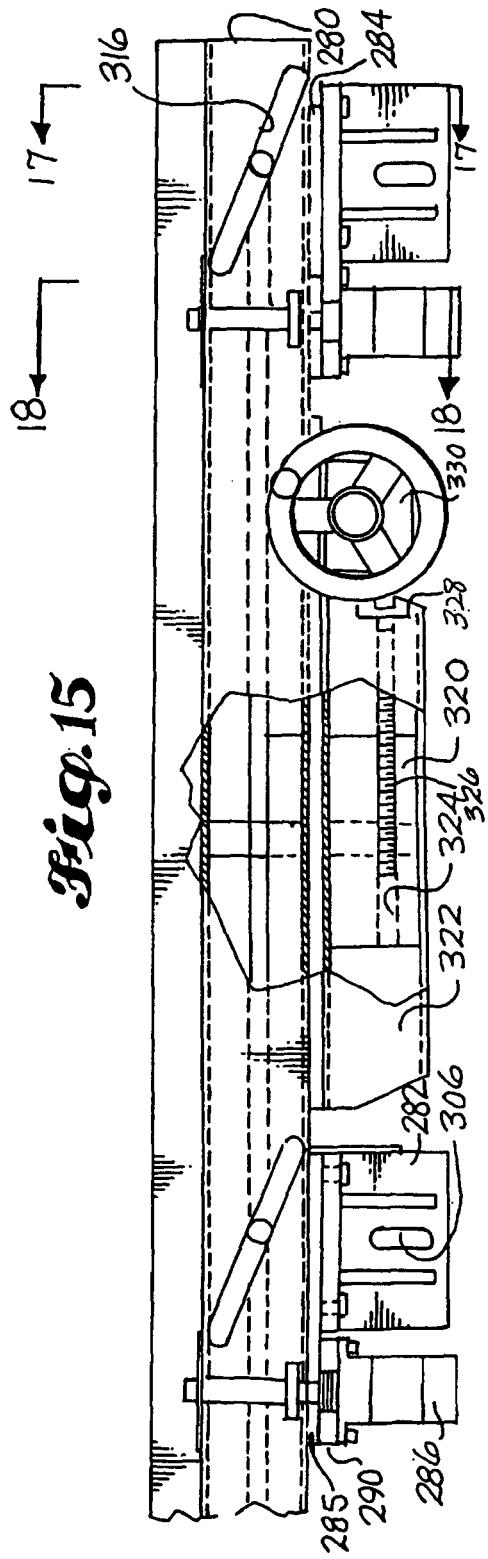
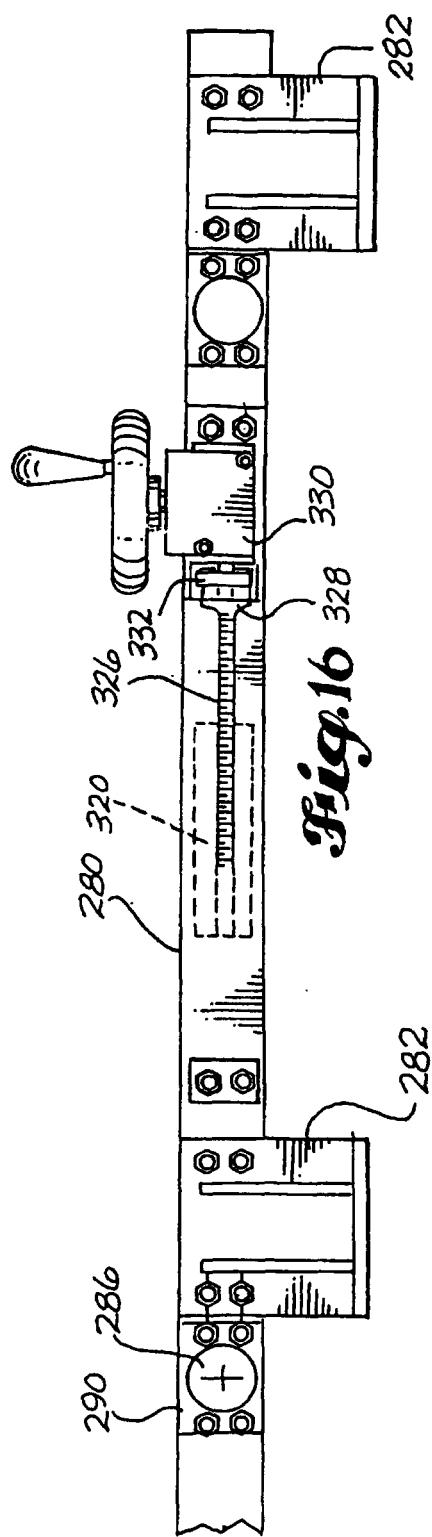
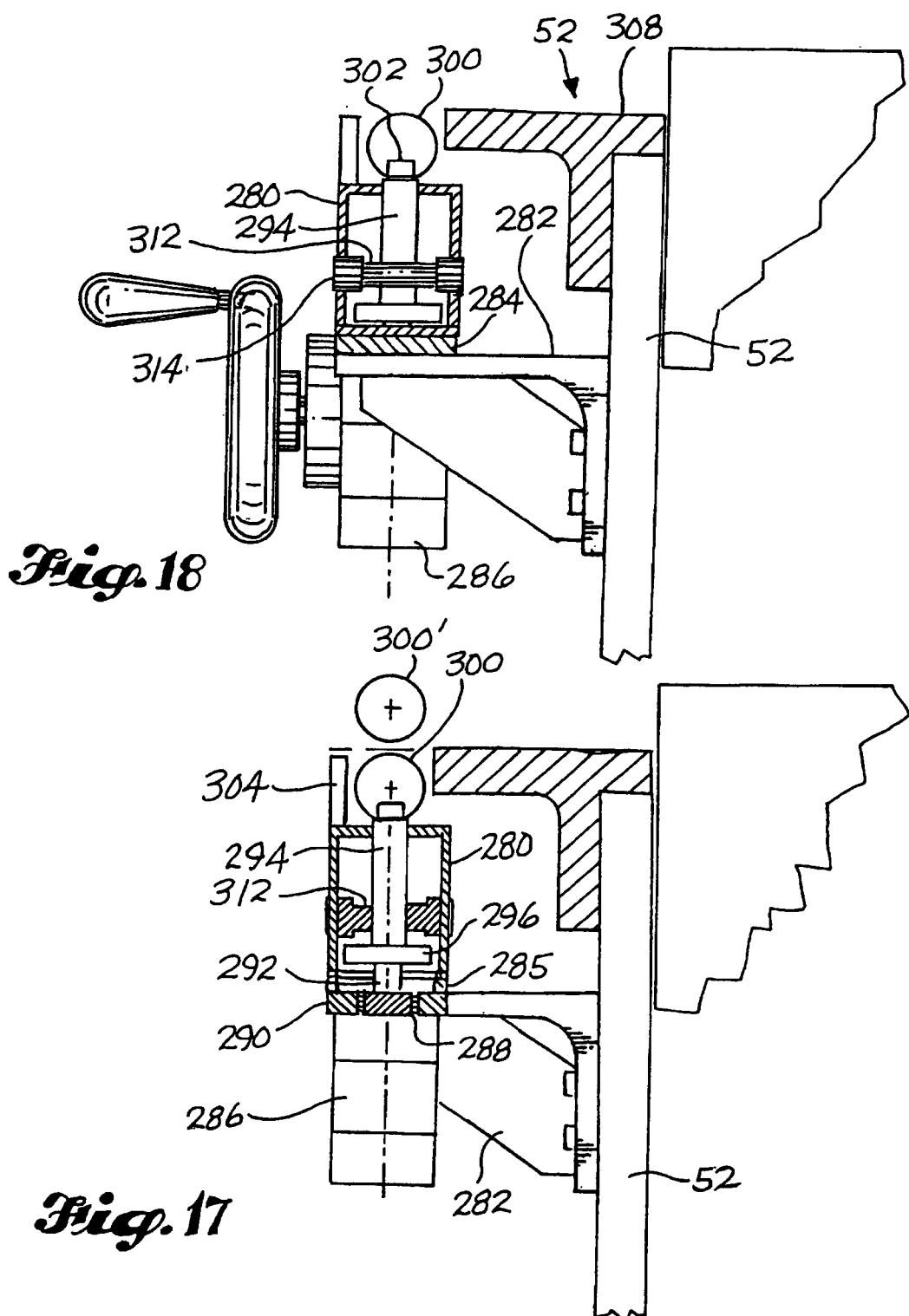
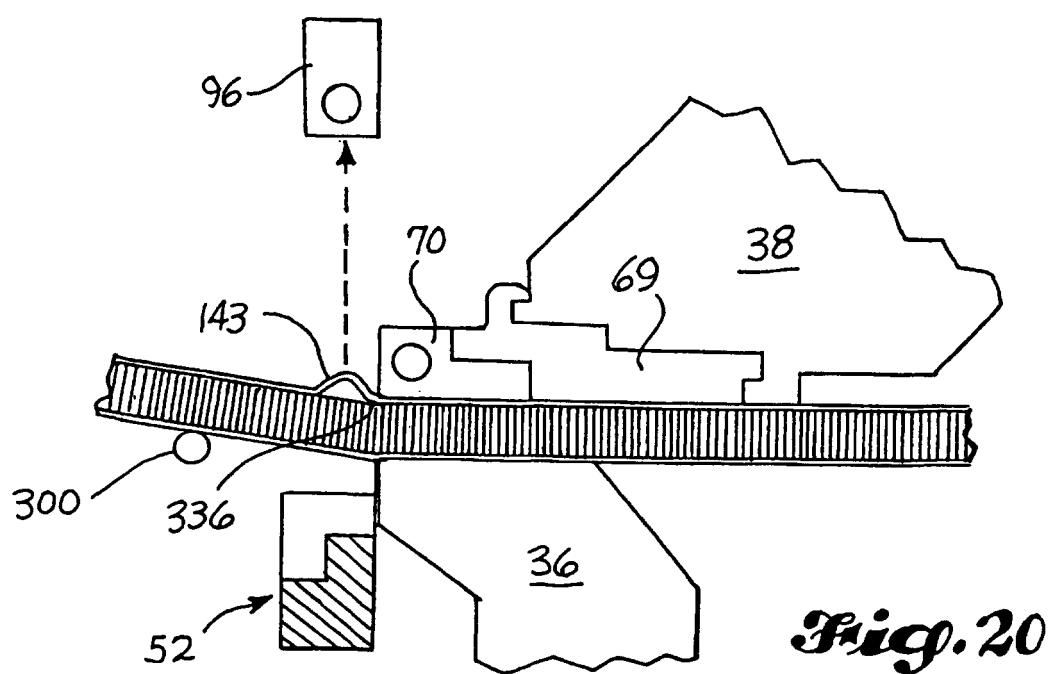
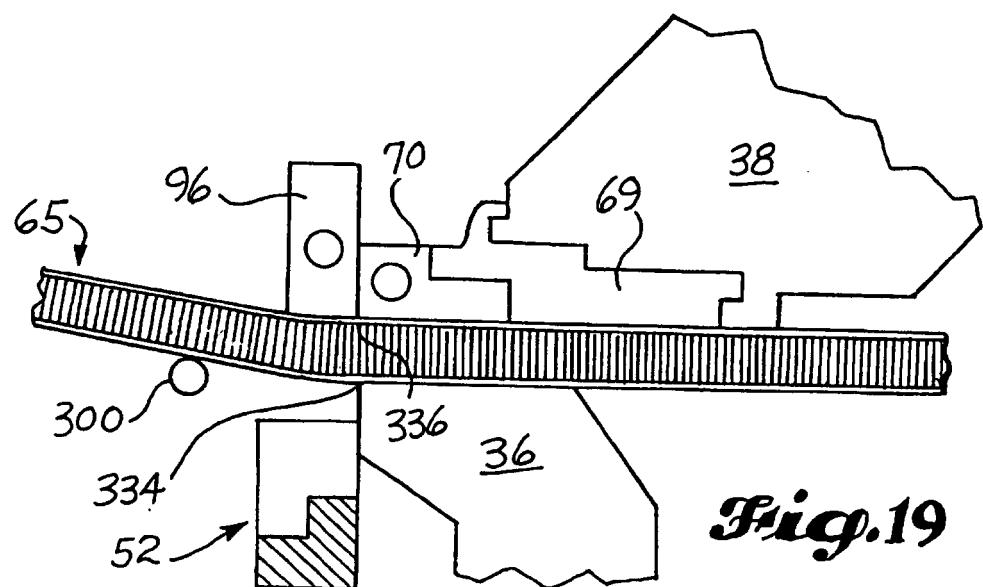


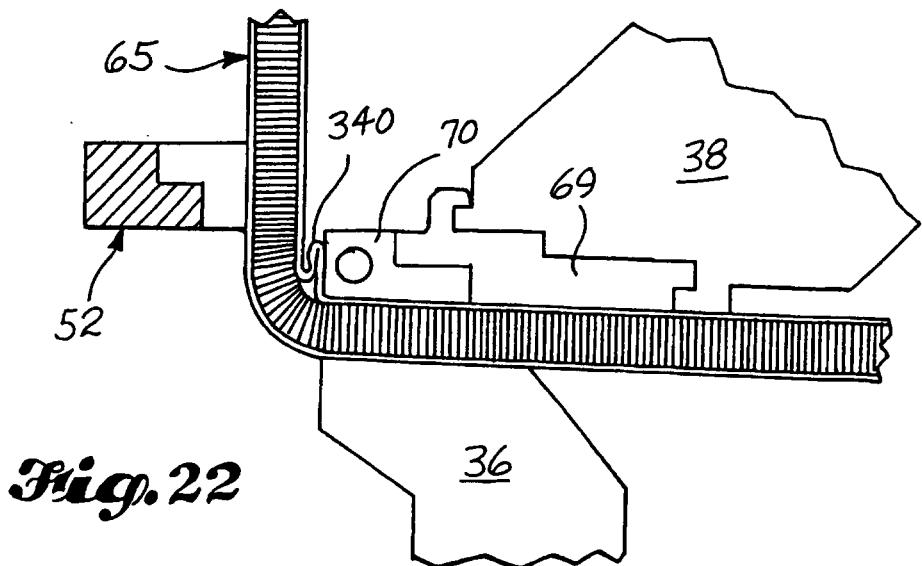
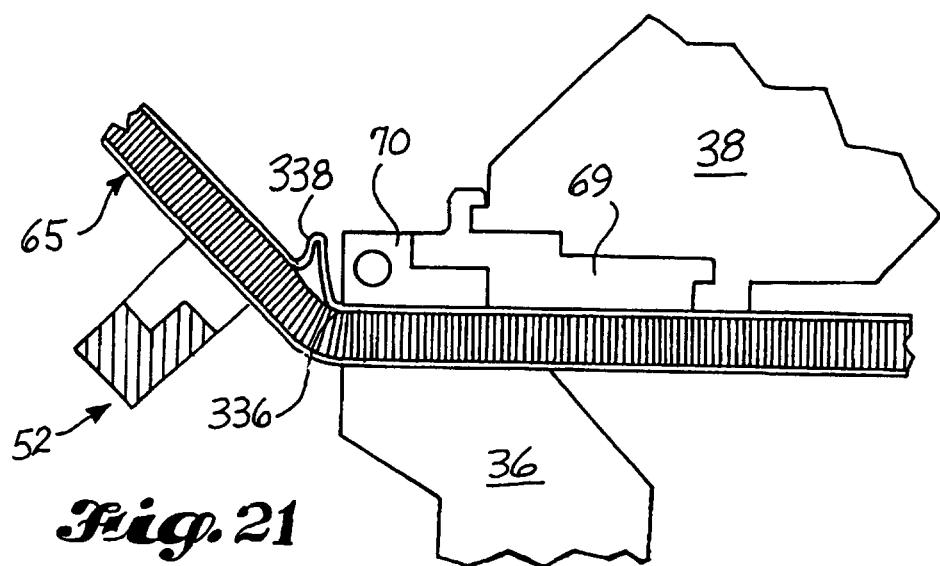
Fig. 12

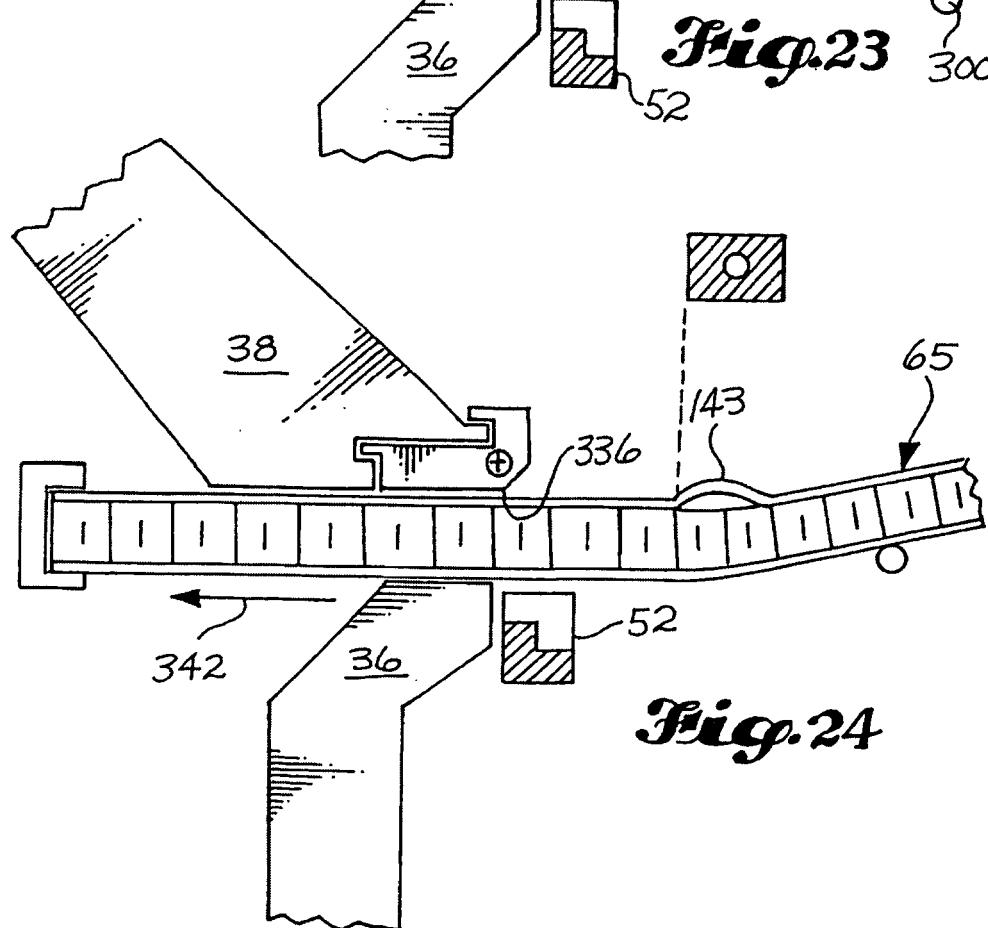
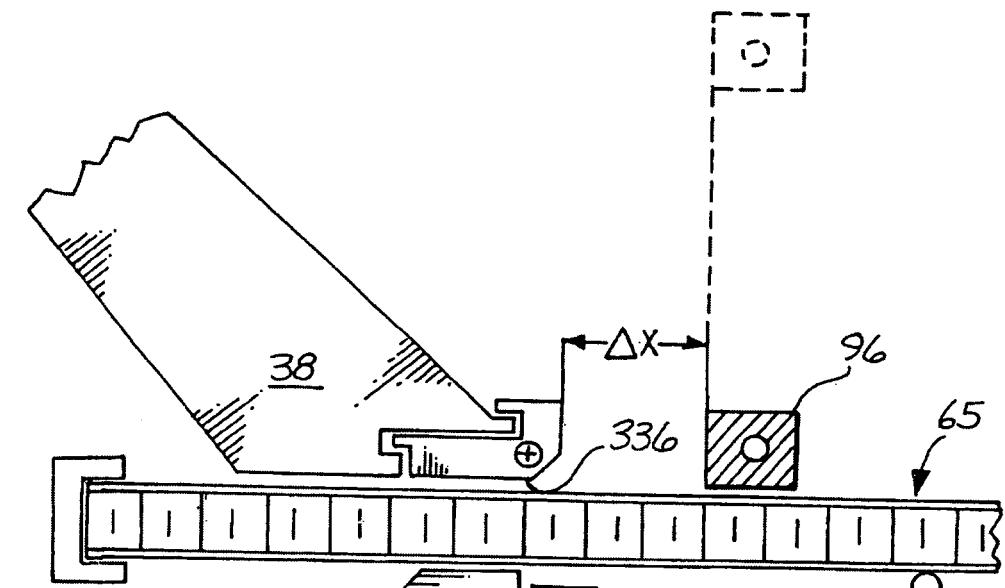


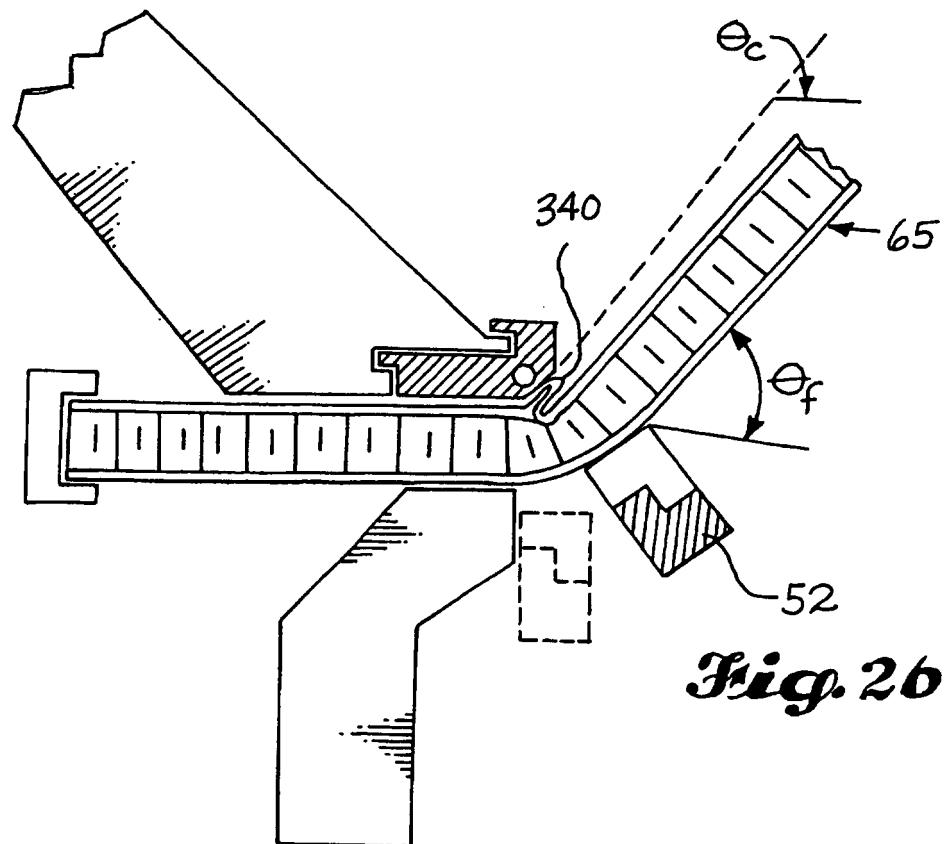
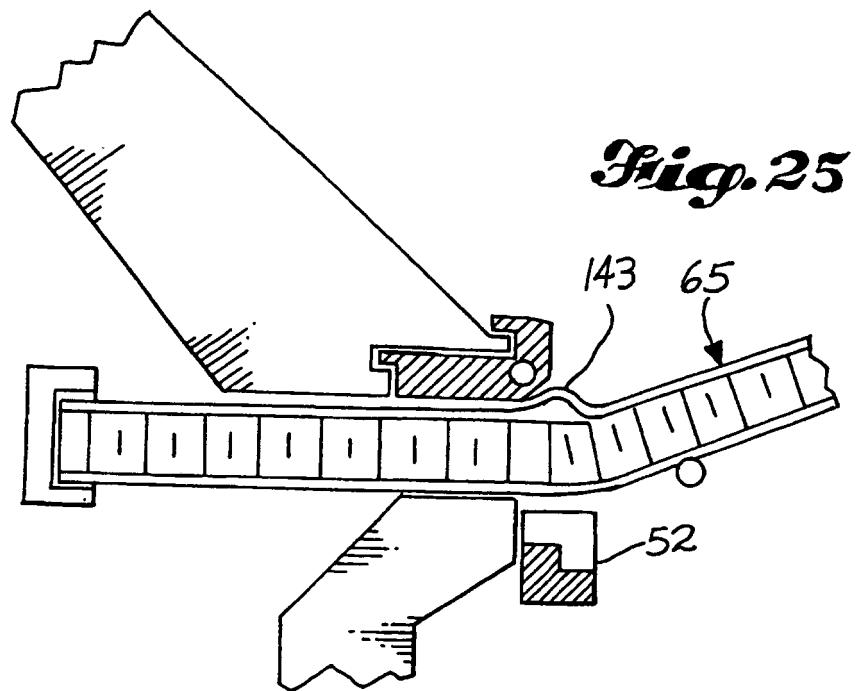


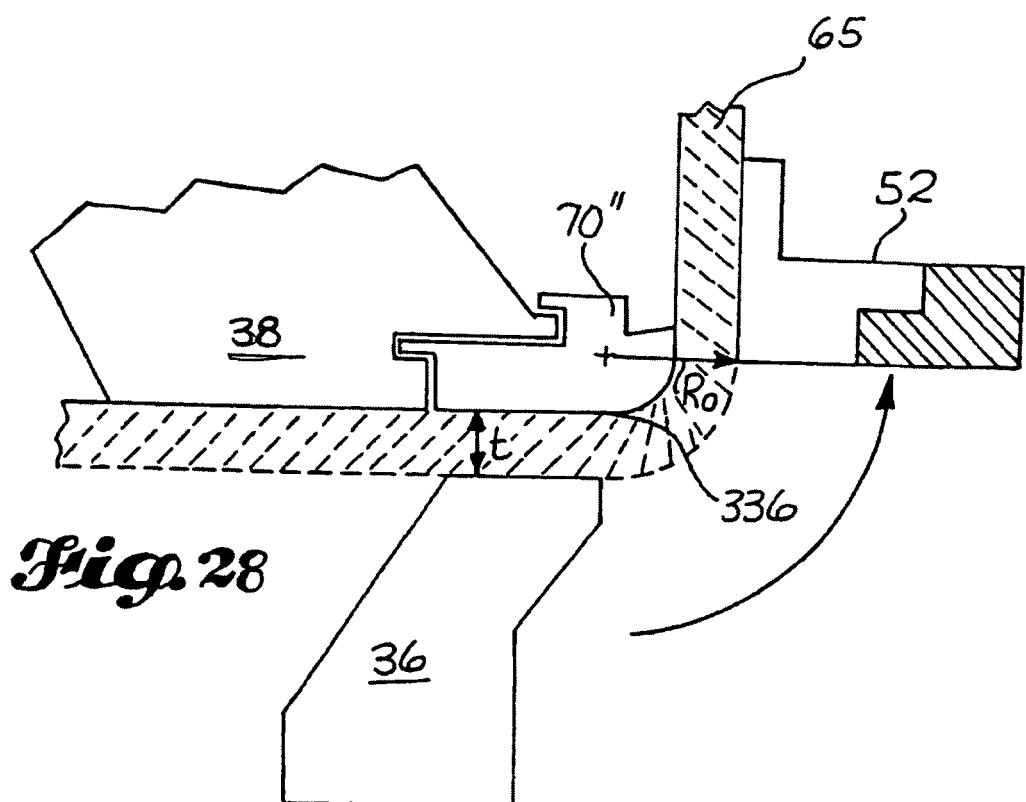
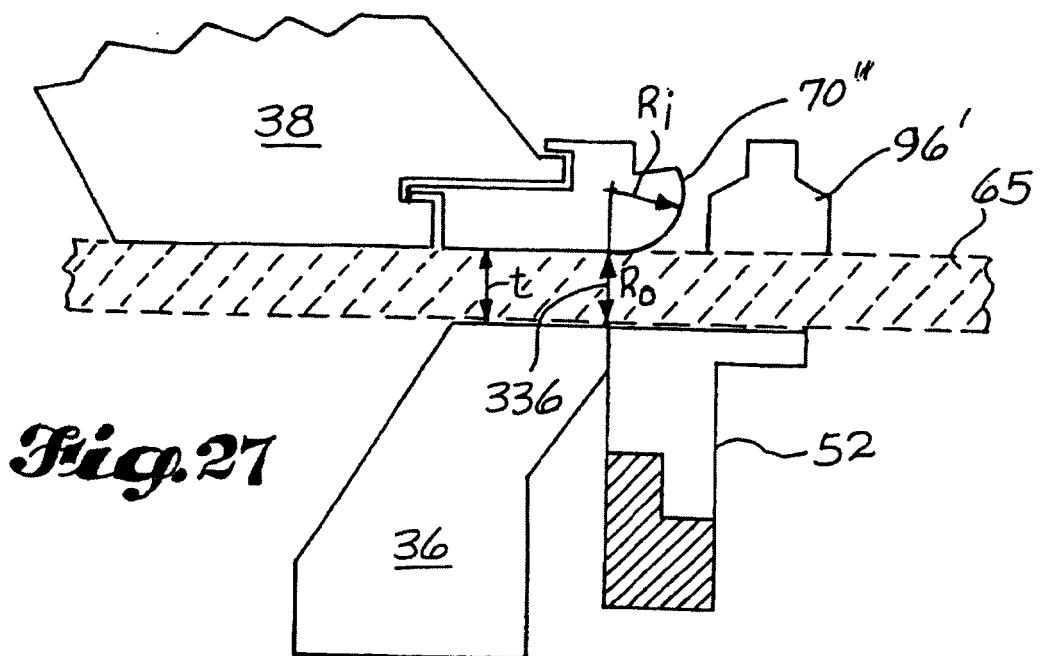












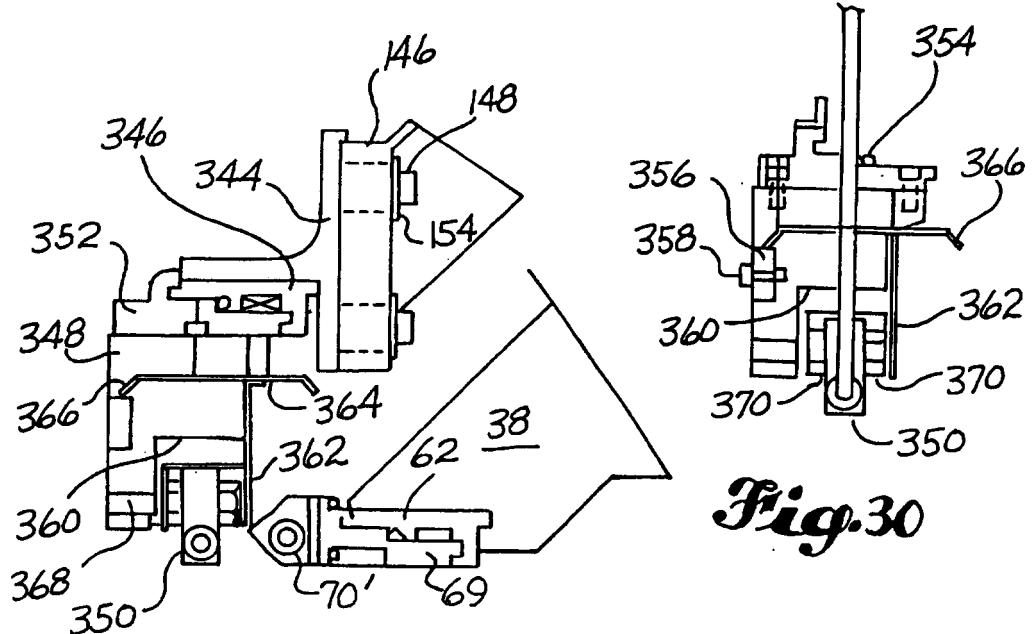


Fig. 31

