

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 574**

51 Int. Cl.:  
**B23Q 1/03** (2006.01)  
**B25B 1/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08853990 .3**  
96 Fecha de presentación: **26.11.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2234753**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.10.2010**

54 Título: **Sistema de cabezal flexible para mecanizar piezas de trabajo**

30 Prioridad:  
**30.11.2007 US 5079 P**  
**29.02.2008 US 67641 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.10.2012**

73 Titular/es:  
**FLOW INTERNATIONAL CORPORATION (100.0%)**  
**23500 - 64TH AVENUE SOUTH**  
**KENT, WA 98032, US**

72 Inventor/es:  
**SABERTON, MARK A. y**  
**RECEVEUR, PAUL**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 389 574 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

Sistema de cabezal flexible para mecanizar piezas de trabajo.

### Antecedentes

#### Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere generalmente a aparatos de colocación de piezas de trabajo y, en particular, a aparatos de colocación que pueden soportar piezas de trabajo que están procesándose, recortándose, perforándose, fresándose, y/o inspeccionándose.

Se da a conocer también la técnica anterior relacionada en los documentos DE 32 17 866 C1, WO 20051042204 A, EP 1 110 667 A y US 4.088.312 A.

- 10 Como técnica anterior más próxima se identifica el documento DE 32 17 866 C1.

El documento D1 parece dar a conocer un sistema de fabricación para procesar una pieza de trabajo, comprendiendo el sistema un bastidor y una pluralidad de cabezales, en el que el bastidor tiene un primer carril de soporte y un segundo carril de soporte y la pluralidad de cabezales puede colocarse en posiciones de instalación respectivas, incluyendo cada uno de los cabezales una fila de accionadores móviles, adaptados para soportar al menos una parte de una pieza de trabajo procesada mediante un sistema de máquina.

#### Descripción de la técnica relacionada

Los sistemas de fabricación incluyen a menudo un apoyo y una herramienta de mecanizado para mecanizar una pieza de trabajo sujeta mediante el apoyo. Puede ser necesario mecanizar piezas de trabajo (por ejemplo, paneles de avión, fuselajes, revestimientos aerodinámicos, alojamientos de motor, u otras estructuras) que tienen geometrías complejas. Los apoyos tradicionales tienen a menudo un conjunto de módulos extensibles verticalmente que pueden adoptar configuraciones diferentes de manera que los módulos actúan conjuntamente para soportar una pieza de trabajo. Los módulos pueden desplazarse horizontalmente a lo largo de carriles a ubicaciones diferentes por debajo de una pieza de trabajo. Desgraciadamente, se usan aparatos de accionamiento complicados para mover estos módulos a lo largo de los carriles. Estos aparatos de accionamiento complicados requieren a menudo cantidades significativas de formación del usuario, mantenimiento frecuente, recalibración, y controladores caros. Adicionalmente, puede ser difícil o imposible aumentar o disminuir el número de módulos montados sobre los carriles si los aparatos de accionamiento están diseñados específicamente para un número fijo de módulos, limitando de este modo la flexibilidad de fabricación. Por consiguiente, estos tipos de sistemas de fabricación pueden ser inadecuados para mecanizar estructuras usadas normalmente en muchas industrias, tales como la industria aeroespacial.

Se usan a menudo aparatos de fijación de tablero de cabezal para soportar piezas de trabajo relativamente grandes, tales como paneles de avión. Una serie de tableros de cabezal de altura fija estacionarios o móviles puede soportarse mediante un par de carriles horizontales. Estos tipos de aparatos de fijación de tablero de cabezal pueden no ser adecuados para procesar piezas de trabajo con diferentes geometrías, especialmente piezas de trabajo curvadas grandes (por ejemplo, una parte de un fuselaje) con geometrías complejas. Por consiguiente, los tableros de cabezal de altura fija pueden reemplazarse frecuentemente con tableros de cabezal que tienen alturas diferentes o pueden volverse a colocar repetidamente para procesar piezas de trabajo diferentes que dan como resultado tiempos de parada de mecanizado y productividad perdida significativos.

#### Breve resumen

40 Un sistema de fabricación puede incluir un sistema de chorro de agua o un sistema de fresado para procesar una pieza de trabajo retenida mediante un sistema de cabezal flexible. El sistema de cabezal flexible puede tener configuraciones diferentes para retener diferentes tipos de piezas de trabajo, tales como paneles, fuselajes, revestimientos aerodinámicos, alojamientos de motor, y otras estructuras complejas grandes. El sistema de cabezal, en algunas realizaciones, incluye un primer carril de soporte y un segundo carril de soporte separado del primer carril de soporte. Los carriles de soporte primero y segundo soportan una pluralidad de cabezales apilables que actúan conjuntamente para colocar la pieza de trabajo. Los cabezales tienen alturas ajustables a lo largo de sus longitudes para alojar la forma de la pieza de trabajo. El sistema de cabezal puede sujetar la pieza de trabajo de manera estacionaria o puede mover la pieza de trabajo entre cualquier número de posiciones deseadas.

50 En algunas realizaciones, un sistema para soportar una pieza de trabajo incluye un bastidor y un cabezal configurable. El bastidor incluye un primer carril de soporte, un segundo carril de soporte, y una ventana de alojamiento entre el primer carril de soporte y el segundo carril de soporte. El primer carril de soporte tiene una pluralidad de primeras regiones de montaje diferenciadas separadas entre sí a lo largo de una longitud del primer carril de soporte. El segundo carril de soporte tiene una pluralidad de segundas regiones de montaje diferenciadas separadas entre sí a lo largo de una longitud del segundo carril de soporte. Las primeras regiones de montaje y segundas regiones de montaje correspondientes definen una pluralidad de posiciones de montaje que se extienden

transversalmente entre el primer carril de soporte y el segundo carril de soporte. El cabezal está dimensionado para descansar sobre los carriles de soporte primero y segundo y para soportar al menos una parte de una pieza de trabajo.

5 El cabezal puede incluir uno o más elementos rígidos (por ejemplo, largueros), paneles de accionadores, herramientas fijas, separadores, o combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, un panel de accionadores se acopla de manera fija a un larguero de manera que los extremos libres de los accionadores para poner en contacto una pieza de trabajo pueden moverse alejándose de y hacia el larguero. En algunas realizaciones, el cabezal incluye además un primer mecanismo de bloqueo en un primer extremo del cabezal y un segundo mecanismo de bloqueo en un segundo extremo del cabezal opuesto al primer extremo. Los mecanismos de  
10 bloqueo primero y segundo pueden acoplarse a un par de las regiones de montaje primeras y segundas para mantener el cabezal en una posición de montaje conocida que se extiende entre el par de las regiones de montaje primeras y segundas cuando los mecanismos de bloqueo primero y segundo están en configuraciones bloqueadas. El cabezal puede moverse con respecto al bastidor cuando los mecanismos de bloqueo primero y segundo están en configuraciones desbloqueadas.

15 En algunas realizaciones, se proporciona un sistema de fabricación para procesar una pieza de trabajo. El sistema de fabricación incluye un bastidor estacionario, una pluralidad de cabezales y un conjunto de mecanizado, tal como un conjunto de chorro de agua o conjunto de fresado. El bastidor estacionario tiene un primer carril de soporte y un segundo carril de soporte. El primer carril de soporte incluye una pluralidad de primeras regiones de montaje diferenciadas formadas en el mismo. El segundo carril de soporte incluye una pluralidad de segundas regiones de  
20 montaje diferenciadas formadas en el mismo. Pares transversales correspondientes de las regiones de montaje primeras y segundas definen posiciones de instalación. La pluralidad de cabezales pueden colocarse en posiciones de instalación respectivas. En algunas realizaciones, cada uno de los cabezales incluye una fila de accionadores móviles adaptados para soportar al menos una parte de una pieza de trabajo. El sistema de mecanizado es adyacente al bastidor estacionario. El sistema de mecanizado tiene una o más herramientas (por ejemplo, una  
25 herramienta de corte, chorro de agua, boquilla, y similares) que puede(n) moverse con respecto a una pieza de trabajo soportada por la pluralidad de cabezales para procesar la pieza de trabajo.

En aún otras realizaciones, un sistema para colocar una pieza de trabajo incluye un primer carril de soporte y un segundo carril de soporte. Los carriles de soporte primero y segundo definen una pluralidad de posiciones de montaje diferenciadas a lo largo de longitudes axiales de los carriles de soporte primero y segundo. El sistema  
30 incluye además una pluralidad de cabezales rectos alargados independientemente móviles a lo largo de las longitudes axiales de los carriles de soporte primero y segundo y que pueden acoplarse de manera fija a los carriles de soporte primero y segundo en posiciones de montaje diferenciadas respectivas. Cada uno de los cabezales está adaptado para descansar sobre los carriles de soporte primero y segundo.

35 En algunas realizaciones, se proporciona un método para procesar una pieza de trabajo. El método incluye colocar una pluralidad de cabezales adyacentes a una pluralidad de primeras regiones de montaje formadas en un primer carril y una pluralidad de segundas regiones de montaje formadas en un segundo carril de manera que la pluralidad de cabezales se extienden transversalmente entre los carriles primero y segundo. Los cabezales se acoplan de manera fija a los carriles primero y segundo usando mecanismos de bloqueo de los cabezales de manera que cada mecanismo de bloqueo se aloja en una de las regiones de montaje primeras y segundas. Una pieza de trabajo se  
40 sitúa sobre al menos algunos de los accionadores de los cabezales. La pieza de trabajo se procesa usando herramientas de mecanizado. La pieza de trabajo procesada se retira entonces de los accionadores. Los cabezales se desacoplan entonces de los carriles primero y segundo usando los mecanismos de bloqueo.

45 En algunas realizaciones, un accionador de un cabezal puede colocarse excéntricamente con respecto a un larguero del cabezal que soporta el accionador. En algunas realizaciones, el accionador se mueve a diversas posiciones a lo largo del larguero mientras pasa a través del larguero. Por ejemplo, el accionador puede moverse desde una primera posición de montaje hasta una segunda posición de montaje mientras el accionador se extiende a través de una abertura en el larguero. El larguero soporta el accionador en ambas posiciones de montaje primeras y segundas.

50 En algunas realizaciones, un aparato de cabezal comprende un cuerpo principal adaptado para alojar una pluralidad de accionadores. El cuerpo principal incluye al menos un paso de fluido que puede acoplarse a la pluralidad de los accionadores portados por el cuerpo principal. En algunas realizaciones, el cuerpo principal es un cuerpo extruido. El paso puede ser un paso solidario formado a través de un proceso de extrusión.

### Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

La figura 1 es una vista isométrica de un sistema de fabricación, según una realización ilustrada.

55 La figura 2 es una vista en alzado frontal de un conjunto de mecanizado que procesa una pieza de trabajo soportada por un cabezal configurable verticalmente que tiene un panel de accionadores, según una realización ilustrada.

La figura 3A es una vista isométrica de un par de cabezales configurables verticalmente montados sobre un carril de soporte, según una realización ilustrada.

La figura 3B es una vista isométrica de uno de los cabezales configurables verticalmente de la figura 3A separado de un carril de soporte.

La figura 4 es una vista en planta de partes de dos carriles de soporte, según una realización ilustrada.

La figura 5 es una vista isométrica de un sistema de fabricación, según una realización ilustrada.

5 La figura 6 es una vista en alzado frontal del sistema de fabricación de la figura 5.

La figura 7 es una vista isométrica de un sistema de fabricación que tiene un aparato de colocación modular, según una realización ilustrada.

La figura 8 es una vista isométrica de un aparato de colocación de piezas de trabajo modular.

10 La figura 9 es una vista en planta desde arriba de un aparato de colocación que tiene accionadores, dispositivos de fijación estacionarios y cubiertas, según una realización ilustrada.

La figura 10 es una vista en planta desde arriba de cuatro accionadores del aparato de colocación de la figura 9.

La figura 11 es una vista isométrica de un aparato de colocación que tiene accionadores y apoyos estacionarios, según una realización ilustrada.

15 La figura 12 es una vista isométrica de un aparato de colocación que soporta una sección de un fuselaje, según una realización ilustrada.

La figura 13 es una vista pictográfica de cabezales vacíos dispuestos de manera estrecha y cubiertas.

La figura 14 es una vista lateral en alzado de dos cabezales que se enganchan entre sí.

La figura 15 es una vista en sección transversal detallada de un dispositivo de sellado del cabezal de la figura 14.

La figura 16 es una vista en sección transversal detallada de un dispositivo de sellado alternativo.

20 La figura 17 es una vista en alzado lateral de dos cabezales y un dispositivo de sellado sobre los cabezales.

La figura 18 es una vista en alzado de un dispositivo de sellado entre un par de cabezales, según otra realización.

La figura 19 es una vista pictográfica de una base de un cabezal.

### Descripción detallada

25 La siguiente descripción se refiere a sistemas de fabricación que incluyen uno o más sistemas de procesamiento adecuados para recortar, fresar, perforar, inspeccionar, limpiar, raspar y/o procesar de otro modo piezas de trabajo. Los sistemas de fabricación pueden incluir un aparato de colocación de piezas de trabajo y un conjunto de mecanizado que puede moverse con respecto al aparato de colocación de piezas de trabajo. El conjunto de mecanizado puede ser un conjunto de chorro de agua, conjunto de fresado, u otro tipo de sistema para realizar el procesamiento deseado. Una o más piezas de trabajo (por ejemplo, paneles, fuselajes, revestimientos aerodinámicos, alojamientos de motor, componentes de aviones, y similares) pueden descansar sobre el aparato de colocación lo que reduce, limita, o impide sustancialmente el movimiento no deseado de las piezas de trabajo mientras el conjunto de mecanizado usa una herramienta para procesar las piezas de trabajo. El aparato de colocación puede incluir generalmente uno o más cabezales rectos, apilables que pueden moverse alejándose entre sí o los unos hacia los otros. Cada cabezal puede adoptar independientemente una configuración basada en la geometría de la pieza de trabajo. Por ejemplo, un cabezal orientado verticalmente puede tener una altura ajustable y/o una programable a lo largo de su longitud longitudinal de manera que el cabezal generalmente coincide con la forma de la pieza de trabajo. Tales cabezales pueden incluir un panel de accionadores móviles que funcionan independientemente adaptados para soportar, colocar (por ejemplo, elevar y/o bajar), sujetar, y/o retener de otro modo la pieza de trabajo.

40 Para ayudar en la descripción de las realizaciones ilustradas se usan términos tales como hacia arriba, superior, hacia abajo, inferior, recto, vertical y horizontal para describir las figuras adjuntas. Se apreciará, sin embargo, que las realizaciones ilustradas pueden ubicarse u orientarse en una variedad de posiciones deseadas, que incluyen diversos ángulos, en lateral, e incluso al revés.

45 A menos que el contexto requiera lo contrario, en toda la memoria descriptiva y las reivindicaciones siguientes, la palabra "comprender" y variaciones de la misma, tales como, "comprende" y "que comprende" han a interpretarse en un sentido global, abierto es decir como "que incluye, pero sin limitarse a".

La figura 1 muestra un sistema 100 de fabricación para procesar una amplia variedad de diferentes tipos de piezas de trabajo. El sistema 100 de fabricación incluye un aparato 102 de colocación de piezas de trabajo y un sistema 103 de procesamiento, que se mueve con respecto al aparato 102 de colocación a través de un sistema 115 de

- accionamiento. Un sistema 117 de control controla la trayectoria de desplazamiento de un conjunto 114 de mecanizado. El conjunto 114 de mecanizado incluye una o más herramientas adecuadas para recortar, cortar, fresar, perforar, inspeccionar, limpiar, desgastar o procesar de otro modo una o más piezas de trabajo (no ilustrado en la figura 1) soportadas por el aparato 102 de colocación. El sistema 103 de procesamiento puede ser, sin limitación, un sistema de chorro de agua, un sistema de fresado, o similares. El sistema 103 de procesamiento ilustrado es un sistema de chorro de agua con una boquilla adecuada para generar y suministrar un chorro de agua. Diversos tipos de sistemas de chorro de agua conocidos pueden incorporarse en los sistemas de fabricación dados a conocer en el presente documento, tales como el sistema de chorro de agua dado a conocer en la patente estadounidense n.º 6.000.308.
- El aparato 102 de colocación ilustrado de la figura 1 incluye un bastidor 128 rígido que tiene un primer carril 130 de soporte, un segundo carril 132 de soporte y una ventana 134 de alojamiento entre los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo. Una serie de cabezales está entre los cabezales 140a, 140c más exteriores. Los cabezales 140a, 140b, 140c configurables verticalmente (colectivamente el 140) descansan sobre y se extienden entre los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo. Los cabezales 140 pueden apilarse (por ejemplo, apilarse horizontalmente) a lo largo de los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo y tienen alturas variables a lo largo de sus longitudes. Tales cabezales 140 pueden adoptar un perfil superior que es similar a un perfil de la superficie de una pieza de trabajo.
- Cada uno de los cabezales 140 incluye un panel de accionadores móviles independientemente que pueden actuar conjuntamente para soportar una pieza de trabajo (véase la figura 2). Por ejemplo, los extremos superiores de los accionadores pueden colocarse para coincidir aproximadamente con la forma de la pieza de trabajo. Los cabezales 140 pueden por tanto soportar y colocar piezas de trabajo que tienen una amplia variedad de geometrías. En algunas realizaciones, incluyendo la realización ilustrada de la figura 1, los cabezales 140 tienen paneles de accionadores estrechamente separados y son rectos generalmente de manera vertical. Un operario puede deslizar manualmente cualquiera de los cabezales 140 a lo largo de los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo en los sentidos indicados mediante las flechas 164, 166 para volver a configurar convenientemente el aparato 102 de colocación. Los cabezales 140 pueden entonces acoplarse de manera fija (por ejemplo, bloquearse) a los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo para ajustar una pieza de trabajo sobre los cabezales 140. El aparato 102 de colocación ilustrado de la figura 1 tiene once cabezales 140. Un número de cabezales mayor o menor puede instalarse sobre los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo. Por ejemplo, pueden instalarse cabezales adicionales entre los cabezales 140a, 140b para procesar una pieza de trabajo relativamente grande. Estos cabezales adicionales pueden transportarse y colocarse manualmente sobre los carriles 130, 132 de soporte para una instalación rápida. Esto proporciona más flexibilidad de procesamiento que los apoyos de piezas de trabajo tradicionales que tienen un número fijo de módulos para soportar una pieza de trabajo. Adicionalmente o de manera alternativa, pueden colocarse cubiertas entre los cabezales 140 tal como se trata en detalle a continuación. Con referencia continua a la figura 1, el sistema 115 de accionamiento incluye un carro 170 portaherramientas para su movimiento a lo largo de un eje Z vertical. El carro 170 portaherramientas se acopla de manera deslizante a un puente 172 que se desplaza a lo largo de un eje Y horizontal que es paralelo generalmente a un eje 174 longitudinal del puente 172. El puente 172 está montado sobre un par de carriles 180, 182 separados de manera que el puente 172 puede moverse en una dirección perpendicular generalmente a su eje 174 longitudinal. Por ejemplo, el puente 172 puede moverse a lo largo del eje X que es perpendicular generalmente al eje Y. El conjunto 114 de mecanizado puede moverse por tanto a lo largo del eje X, eje Y, y/o eje Z para procesar una pieza de trabajo sobre el aparato 102 de colocación. Pueden usarse otros tipos de sistemas de accionamiento que emplean guías de deslizamiento lineales, sistemas de carril, carros, motores y similares para mover y accionar selectivamente el conjunto 114 de mecanizado según se necesite o desee. La patente estadounidense n.º 6.000.308 y la publicación estadounidense n.º 200310037650 (solicitud con n.º de serie 09/940.689), que se incorporan ambas al presente documento como referencia en su totalidad, dan a conocer sistemas, componentes y mecanismos que pueden incorporarse en el sistema 100 de fabricación. Por ejemplo, la cabeza de procesamiento puede usarse para recortar, perforar, fresar, inspeccionar, limpiar, raspar, combinaciones de los mismos, o procesar de otro modo una pieza 150 de trabajo de la figura 2.
- El cabezal 140 configurable de la figura 2 incluye un larguero 200 alargado y un panel de accionadores 204 rectos acoplados de manera fija al larguero 200. El larguero 200 se extiende entre y descansa sobre los carriles 130, 132 de manera que el panel de accionadores 204 se coloca dentro de la ventana 134 de alojamiento. El larguero 200 ilustrado se coloca generalmente a medio camino a lo largo del panel de accionadores 204, que se extiende a través del larguero 200.
- Los extremos 210, 212 primero y segundo del larguero 200 se superponen a los carriles 130, 132 de soporte, respectivamente. Tal como se usa en el presente documento, el término "larguero" se interpreta ampliamente que incluye, sin limitación, un elemento o estructura generalmente rígido que puede soportarse en cada extremo. Por ejemplo, el larguero 200 ilustrado es un elemento rígido simplemente soportado que puede acoplarse selectivamente a los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo. El larguero 200 puede ser un larguero en L, larguero cuadrado (larguero cuadrado hueco o sólido), larguero rectangular (larguero rectangular hueco o sólido), larguero de canal en C, u otro tipo de larguero que tenga propiedades mecánicas adecuadas, y que puede estar compuesto, en su totalidad o en parte, por uno o más metales (por ejemplo, acero, aluminio, o similares), madera, plásticos, materiales compuestos, o combinaciones de los mismos, así como otros materiales con propiedades mecánicas adecuadas.

Los cabezales 140 pueden ser generalmente ortogonales a los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo. Por ejemplo, el cabezal 140a de la figura 1 tiene un eje 220 longitudinal que es generalmente ortogonal a uno o ambos ejes 230, 232 longitudinales de los carriles 130, 132, respectivamente. El panel de accionadores 204 del cabezal 140a puede ser también ortogonal a uno o ambos ejes 230, 232 longitudinales.

5 Los accionadores 204 de la figura 2 pueden ser generalmente similares entre sí y, por consiguiente, la siguiente descripción de uno de los accionadores se aplica por igual a los otros, a menos que se indique lo contrario. Los accionadores 204 pueden ser accionadores mecánicos, accionadores eléctricos, accionadores neumáticos y/o accionadores hidráulicos, así como otros tipos de accionadores adecuados para engancharse a una pieza de trabajo. Por ejemplo, los accionadores 204 pueden ser accionadores lineales servocontrolados.

10 El accionador 204a (ilustrado en una configuración totalmente bajada en la figura 2) incluye un apoyo 250a de piezas de trabajo que puede moverse linealmente que tiene una cabeza 252a de enganche para engancharse a una superficie inferior de una pieza de trabajo. Debido a que el accionador 204a no está por debajo de la pieza 150 de trabajo ilustrada, puede mantenerse en la configuración bajada. El accionador 204b (ilustrado en una configuración totalmente elevada en la figura 2) tiene una cabeza 252b de enganche que entra en contacto con una superficie 254 inferior de la pieza 150 de trabajo. Cada uno de los accionadores 204 puede moverse verticalmente entre una configuración elevada y una configuración bajada para soportar, colocar, sujetar o enganchar de otro modo las piezas de trabajo.

Las líneas de acción de los accionadores 204 pueden extenderse a través de la ventana 134 de alojamiento. Por ejemplo, el accionador 204a tiene una línea 270a de acción a lo largo del apoyo 250a de piezas de trabajo que se traslada. La línea 270a de acción se extiende a través de la ventana 134 de alojamiento.

Cualquier número de accionadores puede sujetarse mediante el larguero 200. El número de accionadores puede aumentarse para soportar una pieza de trabajo con geometría altamente compleja o puede disminuirse para soportar una pieza de trabajo con una geometría relativamente sencilla. Para procesar una pieza de trabajo pesada con una geometría compleja (por ejemplo, una superficie inferior altamente curvada), pueden utilizarse cabezales con un gran número de accionadores estrechamente separados.

Los accionadores 204 se fijan al larguero 200 de tal manera que las orientaciones de los accionadores 204, incluso en alturas diferentes, pueden mantenerse durante todo el proceso de fabricación. Los accionadores 204 de cabezales 140 diferentes pueden permanecer también generalmente paralelos entre sí para garantizar que la pieza 150 de trabajo permanece estacionaria generalmente durante el proceso de fabricación, reduciendo de este modo las tolerancias de fabricación en comparación con los sistemas tradicionales.

Los accionadores 204 pueden adaptarse para controlar movimiento de lado a lado de la pieza 150 de trabajo. La cabeza 252a de enganche de la figura 2, por ejemplo, puede configurarse para reducir, limitar o impedir sustancialmente el movimiento de lado a lado de la pieza 150 de trabajo. Por ejemplo, la cabeza 252a de enganche puede tener un adhesivo orientado hacia el exterior, una superficie texturada y/o una abrazadera para acoplarse con la superficie 254 inferior de la pieza 150 de trabajo. Adicional o alternativamente, la cabeza 252a de enganche puede adaptarse para extraer un vacío entre sí misma y la pieza 150 de trabajo. El vacío puede ser suficiente para impedir o limitar el movimiento de lado a lado no deseado de la pieza 150 de trabajo. También pueden utilizarse otros tipos de cabezas de enganche para la interacción deseada entre los accionadores 204 y la pieza 150 de trabajo. A modo de ejemplo, la cabeza 252a de enganche puede incluir una almohadilla blanda para proteger y soportar las piezas de trabajo.

La figura 3A muestra los extremos 300, 210 de los cabezales 140b, 140c configurables verticalmente, respectivamente, unidos al primer carril 130 de soporte. El extremo 300 incluye una región 316 de acoplamiento y un mecanismo 320 de bloqueo para acoplarse al carril 130 de soporte. El extremo 210 incluye una región 318 de acoplamiento y un mecanismo 322 de bloqueo para acoplarse al carril 130 de soporte. Los mecanismos 320, 322 de bloqueo pueden ser generalmente similares entre sí y, por consiguiente, la siguiente descripción de uno de los mecanismos de bloqueo se aplica por igual al otro, a menos que se indique lo contrario.

El mecanismo 320 de bloqueo de la figura 3A incluye una pluralidad de elementos 330, 332, 334 de sujeción separados que se extienden hacia abajo a través de la región 316 de acoplamiento (ilustrada en forma de aberturas 340, 342, 344 en la figura 3B) de una parte 341 inferior del extremo 300 y a través de respectivas aberturas 350, 352, 354 en el carril 130 (véase la figura 38). Cuando el extremo 300 descansa sobre una superficie 362 superior del carril 130, las aberturas 340, 342, 344 pueden alinearse verticalmente con las respectivas aberturas 350, 352, 354 en el carril 130.

Tal como se usa en el presente documento, el término “elemento de sujeción” se interpreta ampliamente que incluye, sin limitación, uno o más elementos que pueden sujetar dos componentes entre sí. Los elementos de sujeción incluyen, sin limitación, conjuntos de elementos de sujeción mecánicos (por ejemplo, conjuntos de tuerca y perno), tornillos, clavijas (por ejemplo, clavijas de ubicación), remaches, y similares. Por ejemplo, los elementos 330, 334 de sujeción de la figura 3A son pernos que se extienden a través de las aberturas 340, 344 y aberturas 350, 354 respectivas. El elemento 332 de sujeción de la figura 3A es una clavija de ubicación que puede moverse

verticalmente.

5 El mecanismo 320 de bloqueo puede instalarse convenientemente para acoplar de manera fija el extremo 300 al carril 130. Por ejemplo, la clavija 332 de ubicación puede hacerse pasar a través de la abertura 342 de la parte 341 inferior y la abertura 352 para colocar el extremo 300 con respecto al carril 130. Los elementos 330, 334 de sujeción se instalan entonces de manera que el mecanismo 320 de bloqueo está en una configuración bloqueada. De esta manera, el extremo 300 puede unirse rápida y convenientemente al carril 130 sin usar herramientas o equipo complicados.

10 En algunas realizaciones, el mecanismo 320 de bloqueo puede estar en forma de una o más abrazaderas. Las abrazaderas pueden tener una posición abierta (por ejemplo, una configuración desbloqueada) y una posición cerrada (por ejemplo, una configuración bloqueada). Cuando la abrazadera está en la posición abierta, el extremo 300 puede moverse libremente con respecto al carril 130. Las abrazaderas en la posición cerrada pueden agarrar y fijar de manera segura el carril 130 al extremo 300. Pueden emplearse también otros tipos de mecanismos de bloqueo.

15 En referencia a la figura 4, los carriles 130, 132 de soporte primero y segundo son generalmente paralelos entre sí. El primer carril 130 de soporte incluye una pluralidad de regiones 370a-f de montaje diferenciadas (colectivamente 370), y el segundo carril 132 de soporte incluye una pluralidad de regiones 372a-f de montaje diferenciadas (colectivamente 372). Pares transversales correspondientes de las regiones 370, 372 de montaje definen posiciones 380a-f de montaje (colectivamente 380 en ilustradas en la línea imaginaria) que representan posiciones de montaje transversales para los cabezales que se acoplan a los respectivos pares transversales de las regiones 370, 372 de montaje.

20 La separación entre las regiones 370 de montaje y la separación entre las regiones 372 de montaje puede seleccionarse basándose en la inclinación deseada de las posiciones 380 de montaje. Por ejemplo, las regiones 370, 372 de montaje pueden separarse de manera uniforme o de manera no uniforme a lo largo de las longitudes longitudinales de los carriles 130, 132, respectivamente. Las regiones 370, 372 de montaje ilustradas están separadas de manera uniforme a lo largo de las longitudes longitudinales de los carriles 130, 132, respectivamente.

30 Para instalar un cabezal en la posición 380a de montaje, por ejemplo, el cabezal puede acoplarse con las regiones 370a, 372a de montaje. Un mecanismo de bloqueo en un extremo del cabezal puede acoplarse con la región 370a de montaje, y otro mecanismo de bloqueo en el otro extremo del cabezal puede acoplarse con la región 372a de montaje. Ambos mecanismos de bloqueo pueden moverse entonces a configuraciones de bloqueo para acoplar de manera fija el cabezal a los carriles 130, 132. Los mecanismos de bloqueo pueden moverse a configuraciones de desbloqueo para deslizar el cabezal a lo largo de los carriles 130, 132. De esta manera, pueden acoplarse selectivamente los cabezales a los carriles 130, 132 en cualquiera de las posiciones 380.

35 Las regiones 370, 372 de montaje pueden ser similares o idénticas entre sí y, por consiguiente, la siguiente descripción de una de las regiones de montaje se aplica por igual a las otras, a menos que se indique lo contrario. La región 370a de montaje de las figuras 3B y 4 incluye las aberturas 350, 352, 354 configuradas para acoplarse con aberturas 340, 342, 344 complementarias de la región 316 de acoplamiento. En otras realizaciones, la región 370a de montaje puede incluir uno o más elementos roscados que se extienden hacia arriba (por ejemplo, varillas), clavijas (por ejemplo, clavijas de alineamiento móviles), características de enchavetado, u otras estructuras de retención.

40 Con la referencia continua a la figura 4, las dimensiones de los espacios entre posiciones 380adyacentes puede seleccionarse basándose en la separación deseada de los cabezales. Por ejemplo, una anchura W de un espacio 390 puede aumentarse o disminuirse para disminuir o aumentar el número de posiciones de montaje. En algunas realizaciones, la anchura W es menor que la distancia promedio entre accionadores adyacentes de uno de los cabezales. En algunas realizaciones, la anchura W es igual a o menor que 2,5 mm (0,1 pulgadas). Otras anchuras W son también posibles, especialmente si se emplean dispositivos de sellado. Adicionalmente, la anchura W puede reducirse para proporcionar accionadores estrechamente separados. Por tanto, la anchura W puede aumentarse o disminuirse para aumentar o disminuir la distancia entre accionadores adyacentes. Pueden usarse separadores, herramientas, soportes estacionarios, y similares para conseguir la separación deseada de los accionadores.

50 En algunas realizaciones de uso del sistema 100 de fabricación de la figura 1, las regiones de acoplamiento de los cabezales 140 configurables se acoplan con regiones de montaje complementarias del carril 130 y regiones de montaje del carril 132 de manera que los cabezales 140 se extienden a través de los carriles 130, 132. Los cabezales 140 se fijan entonces a los carriles 130, 132 usando sus respectivos mecanismos de bloqueo. La pieza 150 de trabajo se coloca entonces sobre los accionadores 204 de los cabezales 140. Los accionadores 204 pueden colocarse antes o después de situar la pieza 150 de trabajo sobre los mismos. En algunas realizaciones, los accionadores 204 se colocan usando un programa almacenado en el sistema 117de control antes de situar la pieza 150 de trabajo sobre los accionadores 204. Una vez colocadas apropiadamente las cabezas 252 de enganche de los accionadores 204, la pieza 150 de trabajo se mueve por encima de y a continuación se sitúa sobre las cabezas 252 de enganche. En otras realizaciones, la pieza 150 de trabajo se sujeta por encima de los accionadores 204, que se elevan entonces concurrentemente o de manera secuencial hacia arriba hasta que las cabezas 252 de enganche

bajo la pieza 150 de trabajo entran en contacto con la superficie 254 inferior de la pieza 150 de trabajo. El movimiento vertical de cada una de las cabezas 252 de enganche se detiene una vez que entra en contacto con la pieza 150 de trabajo. De esta manera, puede colocarse la red de accionadores 204 basándose en la geometría de la pieza 150 de trabajo.

5 Una vez que los cabezales 140 sujetan la pieza 150 de trabajo a la altura y orientación deseadas, se usa una herramienta 198 de la figura 2 (por ejemplo, una herramienta giratoria, chorro de agua, etc.) para realizar cualquier número de procesos sobre la pieza 150 de trabajo. Durante el procesamiento, los cabezales 140 pueden mantener la pieza 150 de trabajo de manera generalmente estacionaria para mantener el procesamiento dentro de las tolerancias deseadas. Tras el procesamiento, se retira la pieza 150 de trabajo procesada de los cabezales 140. En  
10 algunas realizaciones, se coloca entonces otra pieza de trabajo sobre los cabezales 140 y se procesa usando el conjunto 114 de mecanizado.

El aparato 102 de colocación puede volverse a configurar para procesar diferentes tipos de piezas de trabajo. Los mecanismos de bloqueo de los respectivos cabezales 140 pueden moverse desde una configuración bloqueada hasta una configuración desbloqueada para mover los respectivos cabezales 140. Los cabezales 140 pueden  
15 deslizarse a lo largo de los carriles 130, 132 en los sentidos indicados por las flechas 164, 166 hasta posiciones 380 de montaje deseadas, tal como se comenta en relación con la figura 4. Los cabezales 140 se bloquean entonces a los carriles 130, 132.

Las figuras 5 y 6 ilustran un aparato 400 de colocación que incluye un elemento 410 de base estacionario y un bastidor 420 sujeto al elemento 410 de base. El elemento 410 de base define una región 430 rebajada dimensionada y configurada para alojar a los accionadores de una red de cabezales 440 soportada por el bastidor 420. Los  
20 paneles ilustrados de accionadores se extienden transversalmente por la región 430 rebajada de manera que los accionadores más exteriores en los paneles son adyacentes a las paredes 434, 436 laterales de la región 430 rebajada.

La región 430 rebajada ilustrada de la figura 5 es un canal que se extiende longitudinalmente en forma de U que rodea estrechamente a los cabezales 440. La región 430 rebajada está alineada generalmente con el bastidor 420. La región 430 rebajada puede tener otras secciones transversales axiales, tales como una sección transversal axial generalmente en forma de V u otras secciones transversales axiales adecuadas para alojar los cabezales 440.

El bastidor 420 incluye carriles 450, 452 de soporte primero y segundo montados sobre las respectivas superficies 460, 462 superiores horizontales del elemento 410 de base. Los carriles 450, 452 pueden acoplarse de manera permanente o temporal a las superficies 460, 462 superiores usando uno o más elementos de sujeción. En algunas  
30 realizaciones, los carriles 450, 452 pueden integrarse en el elemento 410 de base. La región 430 rebajada se interpone entre y se extiende hacia abajo desde las superficies 460, 462 superiores para formar un hoyo.

La figura 7 muestra un sistema 500 de fabricación que incluye un aparato 502 de colocación de piezas de trabajo modular que puede moverse con respecto a un conjunto 514 de mecanizado de un sistema 515 de procesamiento. El aparato 502 de colocación puede ser portátil para la conveniente instalación y retirada. Puede usarse cualquier  
35 número de aparatos 502 de colocación de piezas de trabajo modulares para soportar una única pieza de trabajo. Por ejemplo, dos aparatos 502 de colocación de piezas de trabajo modulares pueden actuar conjuntamente para soportar una única pieza de trabajo.

El aparato 502 de colocación de las figuras 7 y 8 tiene un bastidor 510 rígido que soporta una pluralidad de cabezales 514a-k (colectivamente 514). El bastidor 510 ilustrado incluye un par de carriles 520, 522 de soporte que soportan los cabezales 514 y elementos 534 transversales horizontales (el elemento transversal trasero está oculto en las figuras 7 y 8) que se extienden entre los carriles 520, 522. Los carriles 520, 522 y los elementos 534 transversales definen una ventana 530 de alojamiento dimensionada para alojar los cabezales 514. Cuatro patas  
40 verticales del bastidor 510 pueden soportar los carriles 520, 522 y los elementos 534, 536 transversales.

Para instalar los cabezales 514, los cabezales 514 se insertan en y se hacen pasar a través de la ventana 530 de alojamiento hasta que los extremos que se extienden hacia el exterior opuestos de los cabezales 514 se acoplan con las regiones de montaje de los carriles 520, 522. Para retirar los cabezales 514, los cabezales 514 pueden elevarse verticalmente alejándose de los carriles 520, 522 hasta que los cabezales 514 se extraen de la ventana 530. De esta manera, los cabezales 514 pueden retirarse convenientemente del bastidor 510 sin utilizar  
50 herramientas o equipo complicados.

El aparato 502 de colocación modular puede soportar piezas de trabajo que tienen una amplia variedad de dimensiones añadiendo o retirando cabezales basándose en las dimensiones de las piezas de trabajo. Uno o más operarios pueden instalar, retirar y colocar los aparatos dados a conocer en el presente documento.

La figura 9 muestra un aparato 600 de colocación que incluye una pluralidad de cabezales 610a-k (colectivamente 610) y cubiertas 612a-d (colectivamente 612) soportadas por carriles 611, 613. Las cubiertas 612 pueden ser lo suficientemente anchas para definir pasillos para caminar a través del aparato 600 de colocación y se comentan en relación con la figura 13. Los cabezales 610 pueden ser generalmente similares entre sí y, por consiguiente, la siguiente descripción de uno de los cabezales se aplica por igual a los otros, a menos que se indique lo contrario.

El cabezal 610e incluye un panel de accionadores 622 que pueden moverse unos con respecto a otros. Pueden ajustarse las posiciones relativas entre los accionadores. Cada accionador del panel 622 puede tener una pluralidad de posiciones de instalación diferentes con respecto a un larguero 624 alargado, proporcionando de este modo ajustes de separación relativamente precisos.

5 Las distancias entre (por ejemplo, accionadores de cabezales adyacentes o el mismo cabezal) pueden aumentarse o disminuirse para conseguir la relación espacial deseada entre los accionadores. Los accionadores 670, 672 de los cabezales 610j, 610k se colocan próximos entre sí y los accionadores 630, 632 del cabezal 610e se separan entre sí. Los accionadores pueden colocarse también para reducir, limitar o impedir sustancialmente la torsión de los largueros alargados durante su uso. Los accionadores de los cabezales pueden ubicarse a lo largo de o separados de la línea central del respectivo cabezal para controlar los momentos, si los hay, aplicados al largueros de los cabezales. Debido a que puede variarse tanto la separación de los accionadores como la separación de los cabezales, puede conseguirse una amplia variedad de configuraciones.

10 La figura 10 muestra los accionadores 630, 632, 640, 642 en otra disposición. La descripción de uno de los accionadores se aplica por igual a los otros, a menos que se indique lo contrario. El accionador 630 tiene un pistón 690 móvil colocado excéntricamente con respecto a una placa 692 de montaje, tal como se observa desde arriba. El pistón 690 puede montarse en posiciones diferentes cambiando la orientación de la placa 692 de montaje. Los accionadores pueden hacerse girar en incrementos (por ejemplo, incrementos de 90 grados) para preestablecer las posiciones de montaje. Cada uno de los accionadores puede ubicarse en cuatro ubicaciones diferentes. Por ejemplo, el accionador 632 de la figura 9 puede hacerse girar 90 grados en sentido antihorario hasta la posición ilustrada en la figura 10, permitiendo por tanto volver a colocar, incluso volver a colocar de lado a lado haciendo girar la placa 698 de montaje. La placa 698 de montaje puede reemplazarse por otra placa de montaje que centra al accionador 632 respecto al larguero 624.

15 La placa 692 de montaje de la figura 10 puede acoplarse a una región de montaje (por ejemplo, una placa de base) del larguero 624 alargado. El cabezal 610d, ilustrado con sólo un accionador en la figura 9, incluye una fila de regiones 691 de montaje planas, que tienen cada una orificios 693a, 693b, 693c, 693d de esquina (colectivamente 693) colocados para acoplarse con orificios correspondientes de placas de montaje de accionador. Los orificios 693 de esquina rodean un orificio central a través del cual puede extenderse un accionador. El accionador 630 ilustrado en las figuras 9 y 10 puede instalarse en una región de montaje haciendo pasar los elementos 694a, 694b de sujeción a través de orificios de placa de montaje (u otros orificios) para acoplar temporalmente la placa 692 de montaje a la región de montaje subyacente. En algunas realizaciones, el accionador puede insertarse y hacerse pasar a través de una abertura 697 del cabezal 610d. A continuación se hace girar el accionador para acoplar la placa de montaje a la región 691 de montaje. Un usuario puede mover manualmente el accionador entre posiciones excéntricas diferentes mientras el accionador se extiende a través de la abertura 697. Muchas de las otras aberturas de cabezales se cubren con placas cuadradas.

20 La figura 11 ilustra un aparato 700 de colocación que incluye cabezales que tienen tanto accionadores como apoyos estacionarios. Un cabezal 710a incluye una pluralidad de apoyos 712a, 712b, 712c estacionarios y una pluralidad de cubiertas 714a, 714b de orificios. El apoyo 712a estacionario está en forma de un arco que se extiende hacia arriba que tiene una plataforma 720 para soportar una pieza de trabajo. La plataforma 720 está a una altura fija con respecto a un larguero 713 alargado del cabezal 710a. El apoyo 712b estacionario es un soporte de piezas de trabajo con una varilla alargada que se extiende hacia arriba que termina en un extremo libre. El soporte 712c estacionario incluye un arco que tiene un par de patas 730, 732 separadas que se extienden verticalmente y una plataforma 740, que incluye una pluralidad de acopladores 742, 744. Los acopladores 742, 744 pueden acoplarse de manera temporal o permanente herramientas, características de la pieza de trabajo y similares. Diversas combinaciones de componentes móviles y estacionarios pueden mezclarse y coincidir. Los componentes estacionarios pueden proporcionar posiciones de referencia usadas para colocar la pieza de trabajo. Los apoyos estacionarios pueden retirarse y volverse a instalar cualquier número de veces para volver a configurar el aparato 700 de colocación.

25 Para proporcionar espacios entre componentes adyacentes, pueden instalarse cubiertas de orificio en los cabezales. El cabezal 710a tiene la cubierta 714a entre el soporte 712a estacionario y el soporte 712b, mientras que la cubierta 714b está entre las patas 730, 732 del soporte 712c. Las cubiertas pueden colocarse por debajo de secciones de la pieza de trabajo no adecuadas para entrar en contacto con herramientas duras.

30 En referencia a la figura 12, un aparato 800 de colocación incluye un par de conjuntos 810, 812 de colocación en ángulo y un conjunto 814 de colocación central entre los mismos. El sistema 800 ilustrado está soportando una sección de un fuselaje que tiene forma curvada. El número y las posiciones relativas de los conjuntos de colocación pueden seleccionarse basándose en el tamaño, la configuración, las propiedades (por ejemplo, resistencia) de la pieza de trabajo.

35 La figura 13 muestra un aparato de colocación que incluye cubiertas 1002a- d (colectivamente 1002) y cabezales 1010a-d (colectivamente 1010), que se muestran con los accionadores retirados. Puede evitarse que al menos algunos de los desechos producidos durante el procesamiento caigan al espacio de debajo de las cubiertas 1002 y los cabezales 1010 dispuestos estrechamente, minimizando, limitando, o impidiendo sustancialmente por tanto la

acumulación de desechos por debajo del aparato 1014 de colocación. Las cubiertas 1002 (por ejemplo, las cubiertas 1002a, 1002c, 1002d) pueden ser lo suficientemente anchas para definir pasillos para caminar a través del aparato 1014 de colocación. La cubierta 1002b puede llenar un espacio relativamente pequeño entre el cabezal 1010c y el cabezal 1010d.

5 Los desechos pueden incluir, sin limitación, material retirado de la pieza de trabajo (por ejemplo, cepillados, secciones cortadas, etc.), materiales usados para producir un chorro (por ejemplo, agua, material abrasivo, o similares), u otros materiales no deseados o desechados producidos cuando se procesa la pieza de trabajo. Los espacios, si hay, entre las cubiertas 1002 y los cabezales 1010 pueden ser relativamente pequeños de manera que los desechos se acumulan sobre las cubiertas 1002 y los cabezales 1010. El agua puede fluir a lo largo de canales entre componentes adyacentes. Por ejemplo, el agua puede fluir a lo largo de un canal 1020 hacia los lados del aparato 1014 de colocación para ayudar a drenar agua. Pueden usarse uno o más dispositivos de sellado para garantizar que el agua se drena principalmente a lo largo de los canales y se comentan en detalle a continuación.

15 El personal puede caminar sobre las cubiertas 1002 para acceder a las piezas de trabajo o componentes del aparato 1014 de colocación, tales como los accionadores, incluso accionadores ubicados centralmente, para reemplazar, reparar, inspeccionar el accionador, o similares. La cubierta 1002a ilustrada tiene un larguero 1041 de soporte relativamente grande que sirve como pasillo. El larguero 1041 puede soportar al menos una persona y define una superficie 1043 para caminar generalmente plana. Las cubiertas 1002c, 1002d pueden servir también como pasillos.

20 Las dimensiones de las cubiertas 1002 pueden seleccionarse basándose en las dimensiones de los espacios entre los cabezales 1010. Cada una de las cubiertas 1002 puede llenar la mayoría o sustancialmente todo un espacio entre un par adyacente de los cabezales 1010. Por ejemplo, la cubierta 1002a puede extenderse a través de la mayor parte de la distancia que separa los cabezales 1010b, 1010c. En algunas realizaciones, la anchura W de la cubierta 1002a es al menos el 90% de la distancia que separa los cabezales 1010b, 1010c.

25 Las cubiertas 1002c, 1002d pueden intercambiarse de manera dimensional con los cabezales 1010. Tal como se muestra en la figura 13, las cubiertas 1002c, 1002d tienen anchuras generalmente iguales a los cabezales 1010. La cubierta 1002b tiene una anchura que es aproximadamente la mitad de la anchura de los cabezales 1010. La cubierta 1002a tiene una anchura que es aproximadamente dos veces o tres veces la anchura de la cubierta 1002b y 1,5 veces la anchura de las cubiertas 1002c, 1002d. Son posibles otras anchuras. Las cubiertas pueden tener anchuras que son generalmente iguales a o un múltiplo de la mitad de la anchura de los cabezales. En algunas disposiciones, se coloca una pluralidad de cubiertas 1002 entre cabezales 1010 adyacentes.

30 Los cabezales 1010 y las cubiertas 1002 pueden volver a disponerse en cualquier número de formas para proporcionar una amplia variedad de configuraciones diferentes para proporcionar una superficie superior generalmente sin espacios. Las cubiertas 1002 pueden soportarse mediante carriles que también soportan los cabezales 1010. Un usuario puede acceder y colocar convenientemente los extremos de las cubiertas 1002 y los cabezales 1010 para volver a configurar el aparato 1014 de procesamiento. En otras realizaciones, pueden soportarse las cubiertas mediante cabezales u otros componentes adecuados del aparato 1014 de procesamiento. Por ejemplo, pueden soportarse las cubiertas mediante un par de cabezales adyacentes.

35 Los carriles de soporte pueden configurarse de tal manera que las regiones de montaje permitan a los cabezales 1010 disponerse en una disposición de "semi-inclinación". Si se comprime estrechamente entre sí un grupo de cabezales (por ejemplo, tocándose entre sí), un usuario puede retirar dos cabezales adyacentes y puede instalar un cabezal de manera central en el espacio en el que estaban ubicados los dos cabezales retirados. Pueden instalarse cubiertas (por ejemplo, cubiertas similares a la cubierta 1002b de la figura 13) en el espacio resultante en cualquier lado del cabezal. Diversas cubiertas y cabezales pueden mezclarse y coincidir para proporcionar disposiciones o cabezales estrechamente apilados que están separados entre sí.

40 Los cabezales 1110 pueden incluir diversas características que facilitan el ensamblaje y/o mejoran el funcionamiento, la fiabilidad y/o el rendimiento. La figura 14 muestra el cabezal 1010a ensamblado instalado que tiene características 1113, 1115 de montaje con ranuras 1123, 1125 para retener dispositivos modulares o componentes de herramientas, tales como accesorios de ranura en T. En algunas realizaciones, se acoplan componentes para la gestión de conducto (por ejemplo, gestión de cable, gestión de manguera, gestión de tubería, o similares) a las características 1113, 1115 de montaje para facilitar el ensamblaje y la instalación de los accionadores. Estos componentes pueden ser abrazaderas u otros tipos de dispositivos de restricción. Los conductos pueden mantenerse por tanto alejados de la parte inferior de los accionadores.

45 El cabezal 1110a de la figura 14 incluye una base 1169, una cubierta 1175 de extremo y mangueras 1171, 1173 que se extienden a través de la cubierta 1175 de extremo. La base 1169 incluye una pluralidad de pasos 1161, 1163 solidarios de fluido. Puede proporcionarse fluido presurizado (por ejemplo, aire) o vacío a través de los pasos 1161, 1163. En algunas realizaciones, los pasos 1161, 1163 se usan para hacer funcionar neumáticamente un accionador 1177. El fluido presurizado puede usarse para accionar el accionador 1177 mientras se usa el vacío mediante un apoyo del accionador 1177. Debido a que los pasos 1161, 1163 son solidarios a la base 1169, la comunicación de fluidos puede mantenerse de manera fiable con el accionador 1177 para minimizar o evitar problemas asociados con tuberías de presurización/vacío separadas. En otras realizaciones, el cabezal 1110a puede tener tuberías de

presurización que están separadas de la base 1169 para permitir el reemplazo de tubería conveniente.

Los cabezales 1110a, 1110b ilustrados pueden ensamblarse y aplomarse/cablearse para facilitar la adición o retirada de accionadores. Adicionalmente, pueden protegerse o aislarse componentes para garantizar un funcionamiento fiable. Por ejemplo, un larguero 1118 hueco de la base 1169 puede alojar conexiones, tales como conexiones eléctricas, conexiones de fluido (por ejemplo, conexiones neumáticas), o similares. Una amplia variedad de diferentes tipos de conexiones pueden colocarse a lo largo del interior del larguero 1118 hueco. Los accionadores pueden instalarse fácilmente usando estas conexiones internas para minimizar o limitar los tiempos de parada de la máquina, reduciendo de este modo los tiempos de parada de la máquina para aumentar la producción.

Un cabezal y un componente adyacente, tal como un cabezal o una cubierta, pueden proteger el espacio por debajo de los accionadores de subproductos producidos durante el procesamiento. Las figuras 14 y 15 muestran los cabezales 1110a, 1110b que sellan enganchándose entre sí para impedir, limitar, o impedir sustancialmente que caiga material (por ejemplo, agua, desechos, etc.) entre los cabezales 1110a, 1110b. El cabezal 1110a ilustrado incluye un dispositivo 1121 de sellado que entra en contacto con el cabezal 1110b para formar un sello.

En referencia a la figura 15, se forma un sello 1119 presionando el dispositivo 1121 de sellado contra el cabezal 1110b. El sello 1119 puede ser un sello estanco a fluidos (por ejemplo, un sello impermeable), un sello hermético, u otro tipo de sello. Puede obtenerse un sello deseado variando la distancia entre una superficie 1120 del cabezal 1110a y una superficie 1122 del cabezal 1110b. Si los desechos o el agua escapan pasado el sello 1119, el dispositivo 1121 de sellado puede ajustarse hasta que se consiga el sello 1119 deseado.

El dispositivo 1121 de sellado puede acoplarse de manera fija al larguero 1118 del cabezal 1110a a través de un adhesivo (por ejemplo, pegamentos, agentes de unión, o similares), uno o más elementos de sujeción, o similares. El dispositivo 1121 de sellado de la figura 15 generalmente incluye un elemento 1137 de sellado (ilustrado como un sello flexible), una cámara 1136 en el elemento 1137 de sellado y una válvula 1130 de admisión acoplada a una tubería 1141 de fluido. El cuerpo 1137 principal puede estar compuesto, en su totalidad o en parte, por un material compatible que puede adoptar configuraciones diferentes. El material compatible puede comprender espuma, polímeros, cauchos, combinaciones de los mismos, o similares.

La válvula 1130 de admisión puede estar en comunicación con uno o más controladores o los conmutadores que controlan la cantidad de fluido en el elemento 1137 de sellado. La cámara 1136 puede llenarse con fluido para conseguir un nivel deseado de inflado del elemento 1137 de sellado. Para inflar el elemento 1137 de sellado, una fuente 1146 de fluido (mostrada en la figura 14) puede suministrar el fluido a través de la tubería 1141 y al interior de la cámara 1136. En una realización, la fuente 1146 de fluido puede ser un dispositivo de aire presurizado, tal como un compresor de aire. El elemento 1137 de sellado parcial o totalmente inflado se apoya contra el cabezal 1110b de modo que forma el sello 1119, que puede mantenerse aunque haya algún movimiento entre los cabezales 1110a, 1110b. Tras el procesamiento, el elemento 1137 de sellado puede desinflarse teniendo fluido dentro de la cámara 1136 que pasa a través de y fuera de la válvula 1130, u otra válvula, tal como una válvula de salida. Por tanto, el elemento 1137 de sellado puede inflarse o desinflarse basándose en la posición del cabezal 1110a y un componente adyacente para proporcionar la intercambiabilidad entre cabezales y cubiertas de diferentes tamaños y/o tolerancias.

La figura 16 muestra un dispositivo 1200 de sellado que es generalmente similar al dispositivo 1121 de sellado de la figura 15, excepto lo que se detalla adicionalmente a continuación. El dispositivo 1200 de sellado tiene una sección transversal generalmente sólida (es decir, no hueca) y puede estar compuesta, en su totalidad o en parte, por un material compresible, tal como espuma (por ejemplo, una espuma de célula cerrada, espuma de célula abierta, o similares), que pueden soportar deformaciones grandes. El dispositivo 1200 de sellado puede fijarse a una superficie 1210 de un cabezal 1212 y puede sobresalir hacia un cabezal 1214 adyacente. En algunas realizaciones, el dispositivo 1200 de sellado es un elemento de sellado monolíticamente formado.

Los elementos de sellado pueden tener una construcción de una pieza o de múltiples piezas y pueden tener cualquier perfil de sección transversal adecuado. Por ejemplo, los perfiles de sección transversal de los elementos de sellado pueden ser generalmente poligonales (por ejemplo, rectangulares o cuadrados), cilíndricos, semicirculares, o similares. El elemento 1137 de sellado de la figura 15 es generalmente semicircular, y el elemento 1200 de sellado de la figura 16 es generalmente poligonal, ilustrado generalmente como rectangular. Otros perfiles de sección transversal son también posibles, si se necesita o desea. Los elementos de sellado pueden tener también un perfil de sección transversal generalmente constante a lo largo de sus longitudes longitudinales. Tales elementos de sellado son especialmente muy adecuados para usarse entre componentes generalmente paralelos. Alternativamente, los elementos de sellado pueden tener perfiles de sección transversal variable a lo largo de sus longitudes longitudinales para usarse entre componentes no paralelos.

Las figuras 17 y 18 muestran dispositivos de sellado que pueden usarse con cabezales y/o cubiertas. La figura 17 muestra un dispositivo 1300 de sellado que se extienden a través de un espacio 1302 definido entre cabezales 1306, 1308. El dispositivo 1300 de sellado minimiza, limita o impide sustancialmente que caigan desechos al interior del espacio 1302 y generalmente incluye un par de elementos 1310, 1312 de enganche y un cuerpo 1320 principal. Los elementos 1310, 1312 de enganche pueden engancharse de manera sellada a los cabezales 1306, 1308, respectivamente. Un usuario puede despegar convenientemente el dispositivo 1300 de sellado de los cabezales

1306, 1308 para volver a colocar o retirar el dispositivo 1300 de sellado. En algunas realizaciones, el dispositivo 1300 de sellado está acoplado de manera fija o de manera giratoria a uno de los cabezales 1306, 1308.

5 En referencia a la figura 18, un dispositivo 1400 de sellado se extiende entre los cabezales 1406, 1408. El dispositivo 1400 de sellado puede incrustarse en los cabezales 1406, 1408 para proteger el espacio 1402. En la realización ilustrada, el dispositivo 1400 de sellado se extiende al interior de las ranuras 1416, 1418 de los cabezales 1406, 1408, respectivamente, y puede acoplarse de manera fija a uno de los cabezales 1406, 1408. Si el dispositivo 1400 de sellado se acopla de manera fija al cabezal 1406, el dispositivo 1400 de sellado puede deslizarse al interior de la ranura 1418 cuando los cabezales 1406, 1408 se uno hacia el otro.

10 La figura 19 muestra una base 1500 que incluye un larguero 1510 hueco y un faldón 1512 que se extiende hacia abajo desde el larguero 1510. El larguero 1510 incluye una matriz lineal de aberturas 1525 para alojar los accionadores. El faldón 1512 incluye una primera parte 1532 separada de una segunda parte 1534. Las partes 1532, 1534 primera y segunda ilustradas son barreras que definen un espacio 1536. Las partes 1532, 1534 primera y segunda pueden proteger por tanto los accionadores y proporcionar un espacio para alojar componentes, tales como mangueras, fontanería, o similares.

15 La base 1500 puede formarse mediante procesos de fabricación diferentes, incluyendo procesos que implican extruir, moldear, mecanizar, fresar, o similar. La base 1500 ilustrada puede estar compuesta por materiales de ingeniería, tales como compuestos, polímeros, metales (por ejemplo, aleaciones de aluminio, aluminio anodizado, etc.), formados mediante un proceso de extrusión. Los pasos, características de montaje, ranuras, partes de dispositivos de sellado, y similares pueden fabricarse también durante el proceso de extrusión. Las aberturas 1525  
20 pueden formarse a través de un proceso de perforación o fresado para producir una base con una construcción de una pieza. En otras realizaciones, la base 1500 puede tener una construcción de múltiples piezas. Por ejemplo, el larguero 1510 puede comprender una pluralidad de elementos separados acoplados entre sí mediante elementos de sujeción. En algunas realizaciones, la base 1500 y/o el larguero 1510 pueden ser un conjunto de piezas soldadas. Por ejemplo, las partes de la base 1500 pueden formarse mediante un proceso de extrusión y las partes pueden ser  
25 de piezas soldadas montadas con las partes extruidas.

La base 1500 puede estar compuesta, en su totalidad o en parte, por uno o más metales, materiales compuestos, polímeros, o combinaciones de los mismos. Los materiales compuestos pueden comprender sin limitación, elementos de refuerzo (por ejemplo, fibras, partículas, y similares), rellenos, aglutinantes, una matriz, o similar. Metal, madera, fibra de vidrio, polímeros, plásticos, metales, materiales cerámicos, vidrios, o similares pueden  
30 combinarse entre sí para producir largueros con propiedades que son diferentes de las propiedades de sus constituyentes individualmente. En algunas realizaciones, la base 1500 puede comprender un material compuesto reforzado por fibra, material compuesto reforzado por partículas, material laminado (por ejemplo, una pila de láminas unidas entre sí), o combinaciones de los mismos. La matriz de los materiales compuestos puede estar compuesta por metal, polímeros, u otros materiales adecuados para encapsular otros componentes de refuerzo, tales como  
35 fibra. Los materiales laminados pueden ser materiales laminados unidireccionales, materiales laminados de capas transversales, materiales laminados de capas en ángulo, materiales laminados simétricos, o similares. Las bases 1500 de material compuesto pueden incluir características distintas de materiales compuestos (por ejemplo, características de montaje de metal incrustado) o similares. En algunas realizaciones, la base 1500 está compuesta mayormente por un material compuesto reforzado por fibra. Los componentes de metal pueden incrustarse en el  
40 material compuesto, si se necesita o desea.

Para reducir los costes de fabricación, tanto los cabezales como las cubiertas pueden estar compuestos por o incorporar los mismos componentes. Algunas de estas bases pueden usarse como cubiertas de desechos sin alteraciones sustanciales, y otras bases pueden procesarse adicionalmente para formar las aberturas 1525 u otras características para producir cabezales. Por ejemplo, una cubierta puede estar compuesta por la base 1500 de la  
45 figura 19 sin las aberturas 1525. Los costes de fabricación y la complejidad pueden reducirse por tanto usando los mismos componentes para los componentes principales de los aparatos de colocación.

Diversos métodos y técnicas descritos anteriormente proporcionan varias maneras de llevar a cabo las realizaciones dadas a conocer. Además, el experto en la técnica reconocerá la intercambiabilidad de diversas características, tales como los carriles y los cabezales, a partir de las realizaciones diferentes dadas a conocer en el presente documento.  
50 De manera similar, un experto habitual en esta técnica puede mezclar y hacer coincidir las diversas características y actos comentados anteriormente, así como otros equivalentes conocidos para cada una de tales características o actos para realizar métodos según los principios descritos en el presente documento. Por ejemplo, el aparato de colocación dado a conocer en el presente documento puede usarse con una amplia variedad de sistemas de fabricación, tales como herramientas de máquinas, máquinas de fresado, prensas perforadoras, máquinas de  
55 medición (por ejemplo, máquinas de medición de coordenadas), máquinas para ensayos no destructivos, sistemas de ensamblaje, y similares. Adicionalmente, los métodos que se describen e ilustran en el presente documento no se limitan a la secuencia exacta de actos descritos, ni están limitados necesariamente a la práctica de todos los actos expuestos. Pueden utilizarse otras secuencias de acontecimientos o actos, o menos que todos los acontecimientos, o una aparición simultánea de los acontecimientos, en la puesta en práctica de las realizaciones dadas a conocer.

60

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (100) de fabricación para procesar una pieza de trabajo, comprendiendo el sistema (100):  
 un bastidor (128) estacionario y una pluralidad de cabezales (140; 1010) en el que el bastidor (128) tiene un primer carril (130) de soporte y un segundo carril (132) de soporte incluyendo cada uno de los cabezales (140; 1010) una  
 5 fila de accionadores móviles adaptados para soportar al menos una parte de una pieza de trabajo procesada mediante un sistema de mecanizado, en el que el primer carril (130) de soporte incluye una pluralidad de primeras regiones de montaje diferenciadas separadas formadas en el mismo, el segundo carril (132) de soporte incluye una pluralidad de segundas regiones de montaje diferenciadas separadas formadas en el mismo, tal que los correspondientes pares transversales de las primeras regiones de montaje y las segundas regiones de montaje definen posiciones de instalación, estando posicionados la pluralidad de cabezales (140, 1010) en posiciones de  
 10 instalación respectivas, y en el que cada cabezal está configurado para acoplarse de manera fija a un par correspondiente de las regiones de montaje primeras y segundas e incluye un mecanismo de bloqueo que tiene un estado bloqueado para acoplarse de manera fija al bastidor (128) y un estado desbloqueado para moverse con respecto al bastidor (128).
- 15 2. Sistema (100) según la reivindicación 1, en el que al menos uno de los cabezales (140; 1010) incluye al menos un apoyo (712a; 712b; 712c) estacionario que actúa conjuntamente con el panel de accionadores para soportar la pieza de trabajo o acoplarse a una herramienta.
3. Sistema (100) según la reivindicación 2, en el que el al menos un apoyo (712a; 712b; 712c) estacionario es una varilla alargada o un arco con una plataforma.
- 20 4. Sistema (100) según la reivindicación 1, en el que al menos uno de los cabezales (140; 1010) tiene mecanismos de bloqueo primero y segundo incluyendo cada uno una clavija de ubicación configurada para pasar a través de una de las regiones de montaje primeras y segundas.
5. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, en el que al menos uno de los accionadores puede moverse entre posiciones desplazadas lateralmente con respecto a un eje longitudinal de un larguero de uno de los  
 25 cabezales.
6. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, en el que al menos uno de los cabezales (140) tiene un elemento alargado y un accionador que incluye una placa de montaje adaptada para acoplarse con una región de montaje del elemento alargado para definir una pluralidad de posiciones de montaje del accionador preestablecidas.
7. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, que comprende además al menos una cubierta (714; 1002) soportada por el primer carril (130) de soporte y el segundo carril (132) de soporte, llenando sustancialmente la cubierta todo un espacio entre un par adyacente de los cabezales (140; 1010).
- 30 8. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 7, en el que al menos una de las cubiertas (714; 1002) es lo suficientemente ancha para definir un pasillo.
9. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de cubiertas, que tienen cada una, una anchura que generalmente es igual a o un múltiplo de la mitad de una anchura de uno de los cabezales (140; 1010).
- 35 10. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, que comprende además una cubierta (714; 1002) entre un par adyacente de componentes para proteger un espacio generalmente por debajo de los componentes adyacentes del agua y de los desechos cuando se procesa una pieza de trabajo.
- 40 11. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 11, en el que la cubierta forma un sello estanco a fluidos con al menos uno de los componentes adyacentes que está en forma de un cabezal (140; 1010).
12. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de cabezales (140; 1010) están conectados entre sí para formar sellos estancos a fluidos los unos entre los otros.
13. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, en el que uno de los cabezales incluye un dispositivo de sellado inflable adaptado para engancharse a un cabezal (140; 1010) o cubierta (714; 1002) adyacente.
- 45 14. Sistema (100) de fabricación según la reivindicación 1, en el que los accionadores están adaptados para poder montarse en una pluralidad de posiciones excéntricas diferentes.
15. Método para procesar una pieza de trabajo, comprendiendo el método:  
 colocar una pluralidad de cabezales (140; 1010) sobre una pluralidad de primeras regiones de montaje formadas en  
 50 un primer carril (130) de soporte estacionario y una pluralidad de segundas regiones de montaje formadas en un segundo carril (132) de soporte estacionario separado del primer carril (130) de soporte de manera que la pluralidad de cabezales (140; 1010) se extienden transversalmente entre el primer carril (130) de soporte y el segundo carril

(132) de soporte;

acoplar de manera fija los cabezales (140; 1010) a los carriles (130; 132) de soporte primero y segundo usando mecanismos de bloqueo de los cabezales (140; 1010) que tienen un estado bloqueado y un estado desbloqueado de manera que cada mecanismo de bloqueo se aloja en una de las regiones de montaje primeras y segundas;

5 situar una pieza de trabajo sobre los accionadores de los cabezales;

procesar la pieza de trabajo usando un conjunto de mecanizado móvil;

retirar la pieza de trabajo procesada de los accionadores; y

desacoplar uno de los cabezales (140; 1010) de los carriles (130; 132) de soporte primero y segundo usando los mecanismos de bloqueo.

10 16. Método según la reivindicación 16, que comprende además:

mover al menos uno de los cabezales con respecto a los carriles (130; 132) primero y segundo tras desacoplar el cabezal de los carriles (130; 132) primero y segundo.

17. Método según la reivindicación 16, que comprende además:

15 colocar excéntricamente al menos uno de los accionadores con respecto a un larguero de uno de los cabezales (140; 1010) que soporta el al menos un accionador.

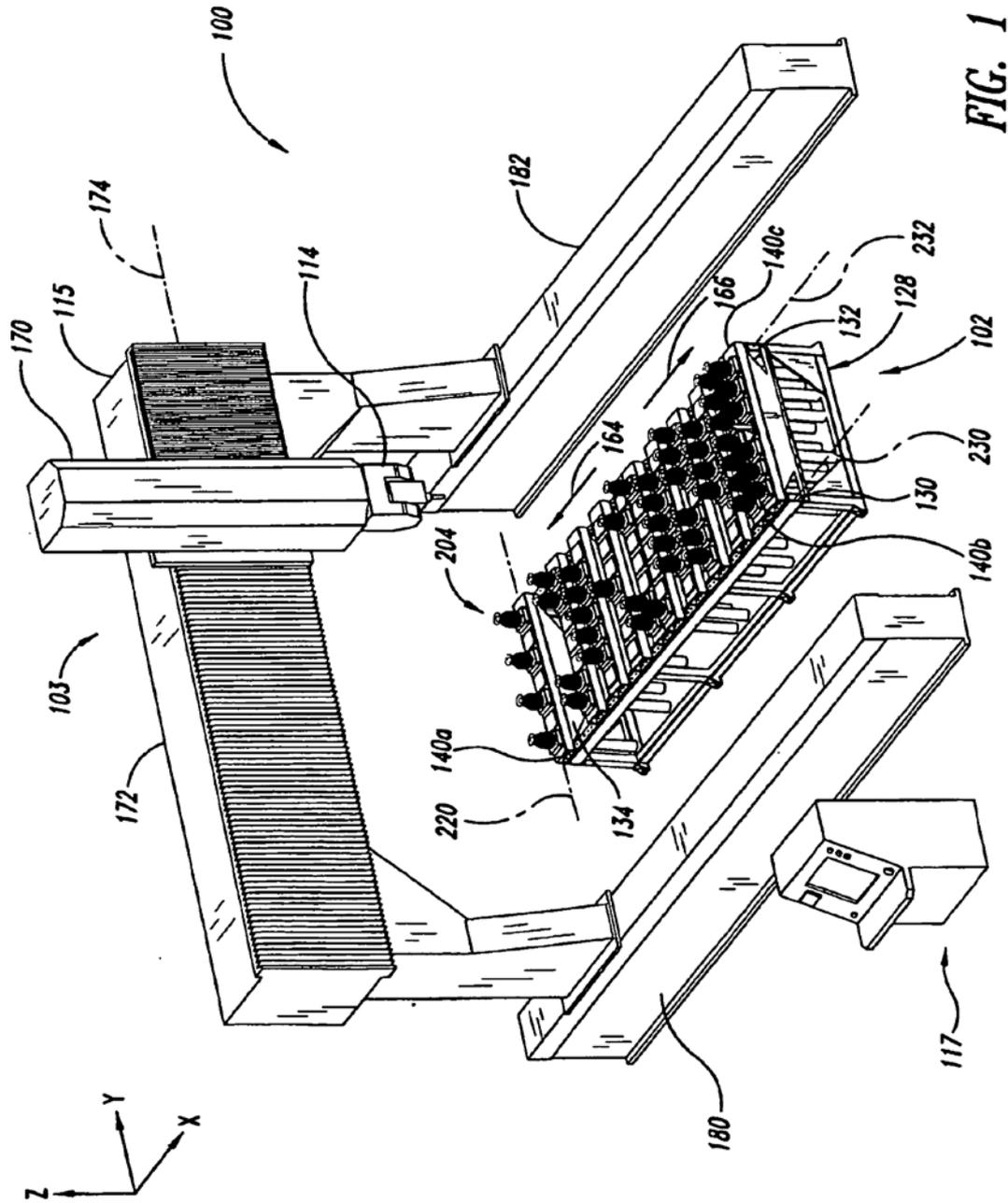


FIG. 1

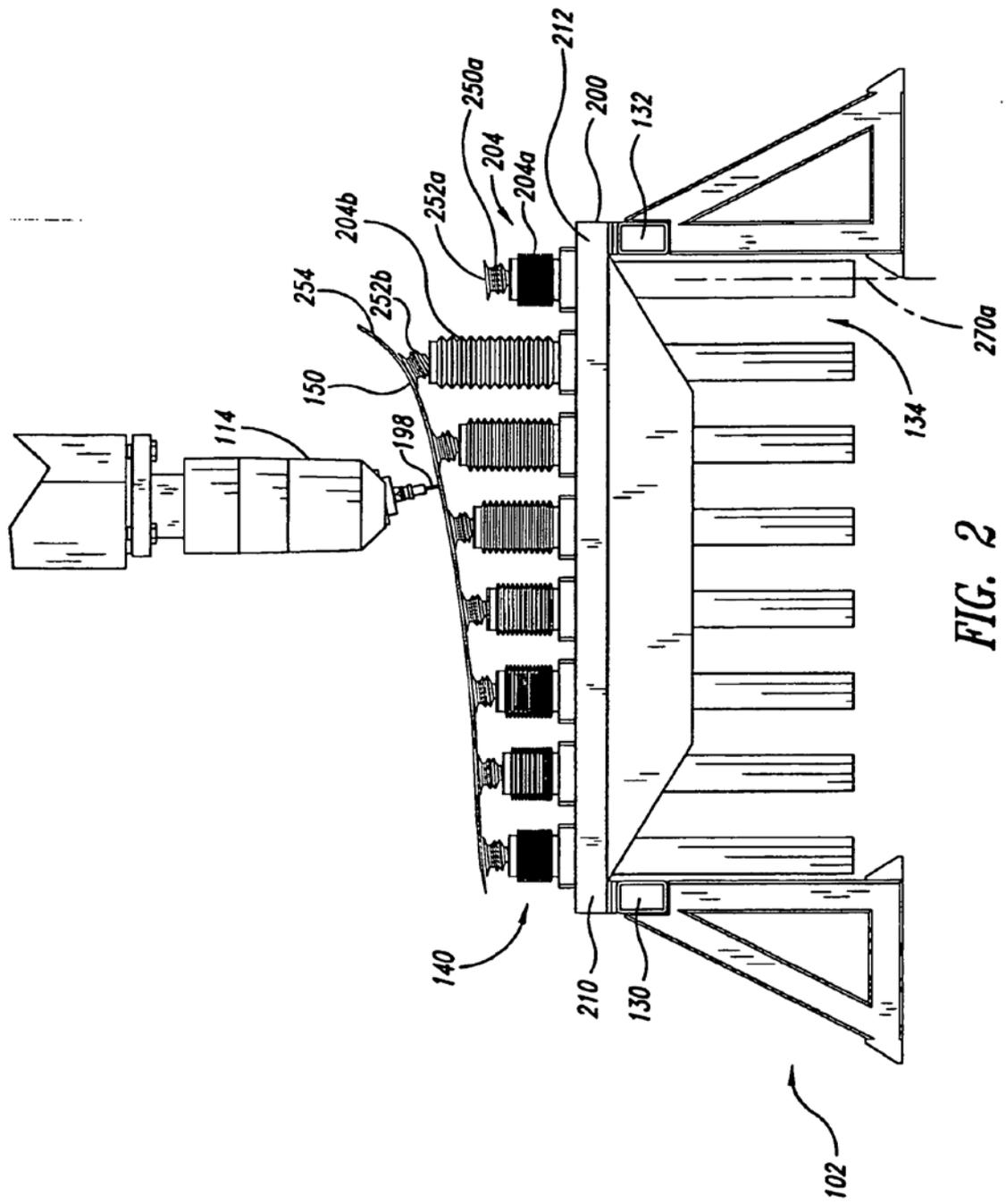
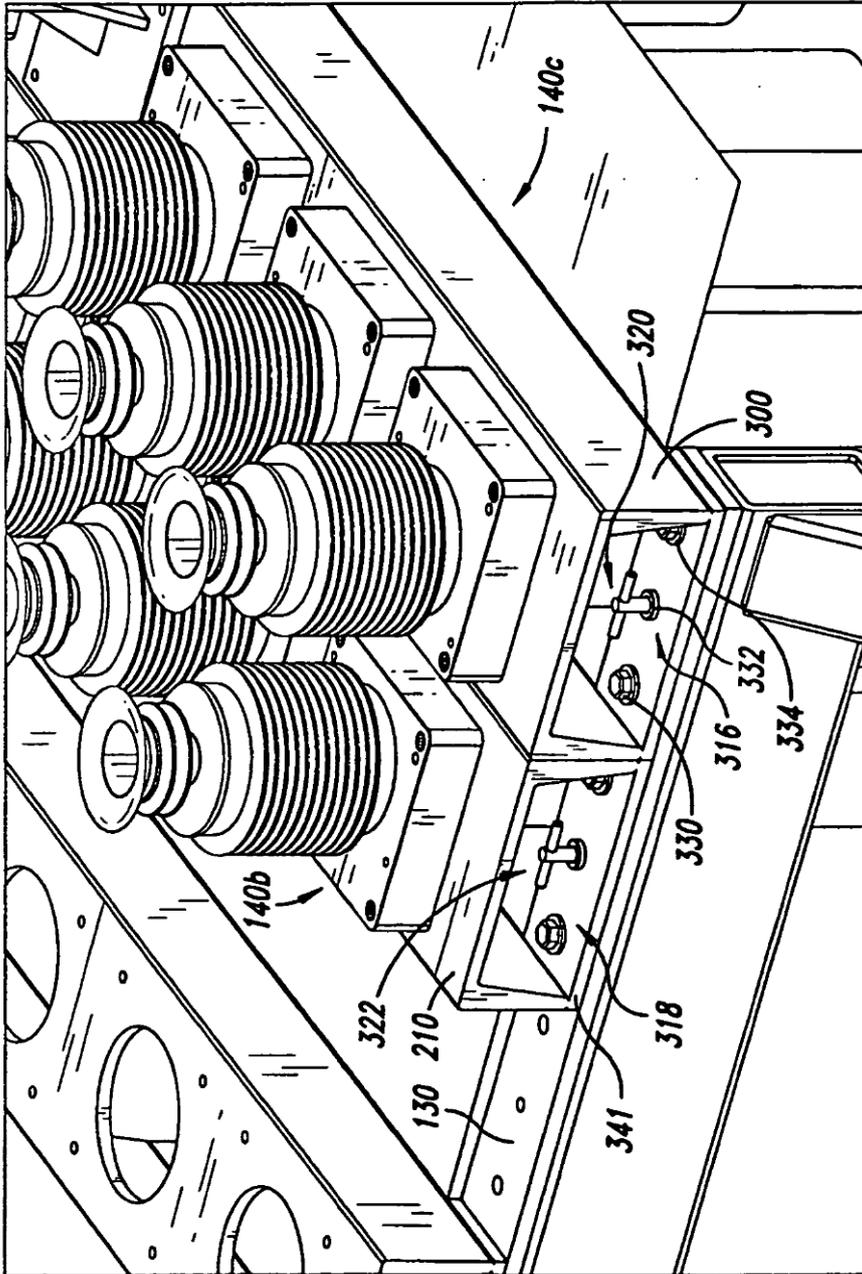
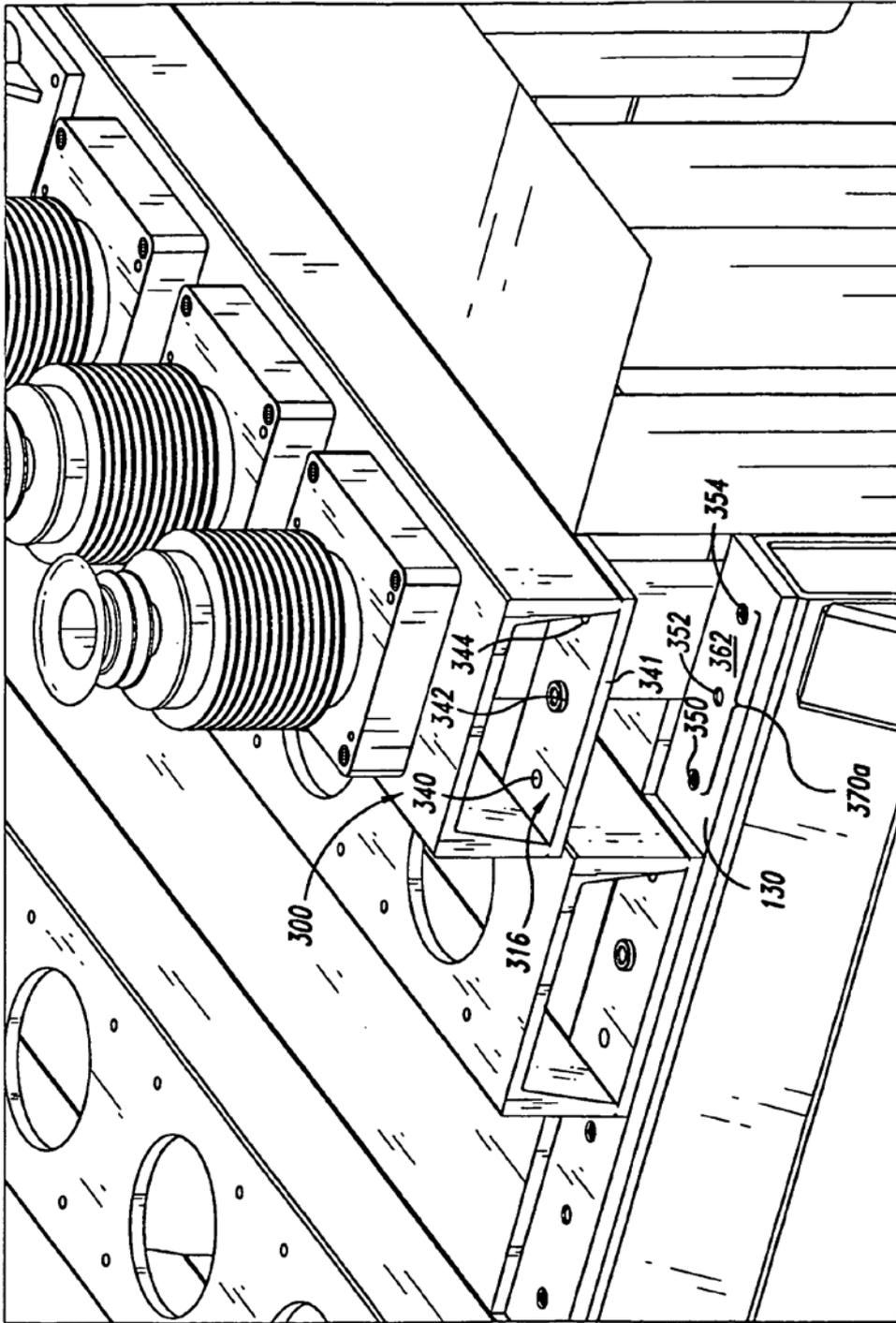


FIG. 2



*FIG. 3A*



*FIG. 3B*

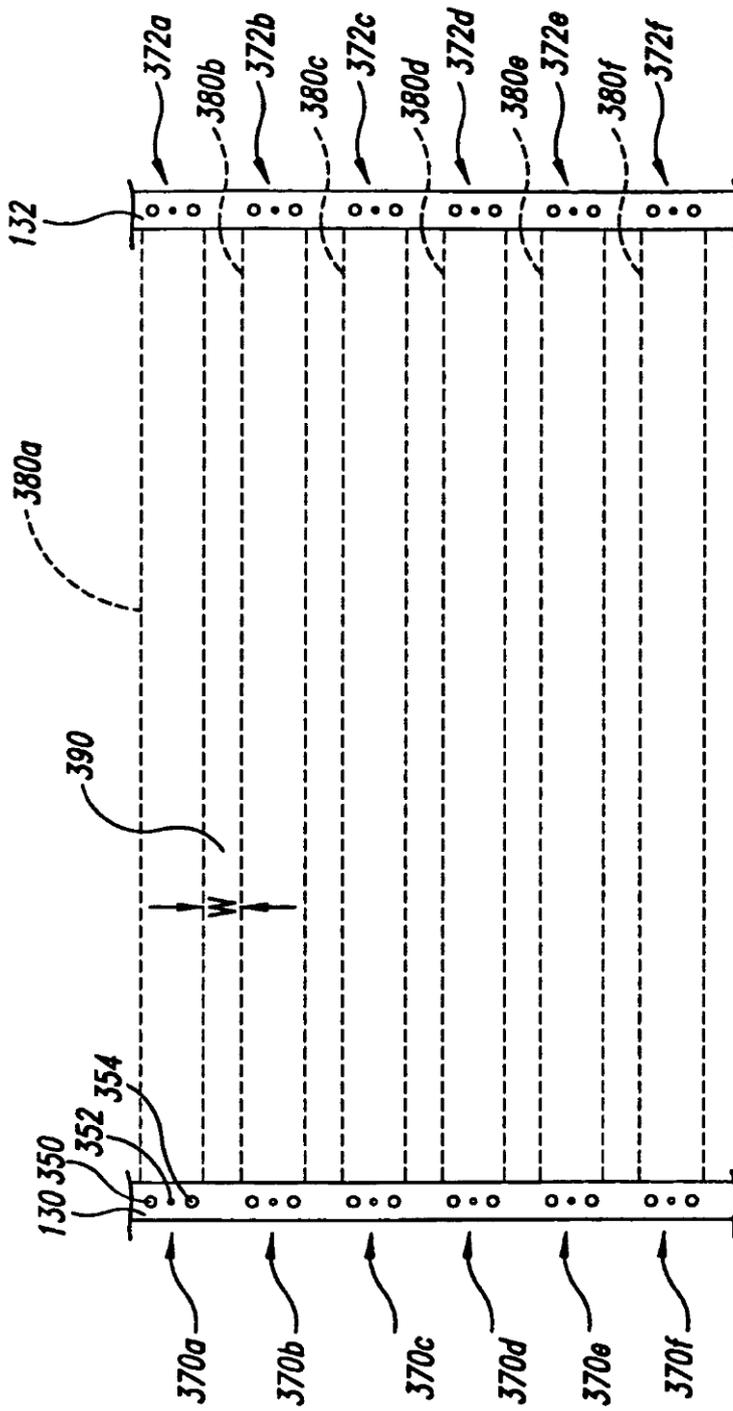


FIG. 4

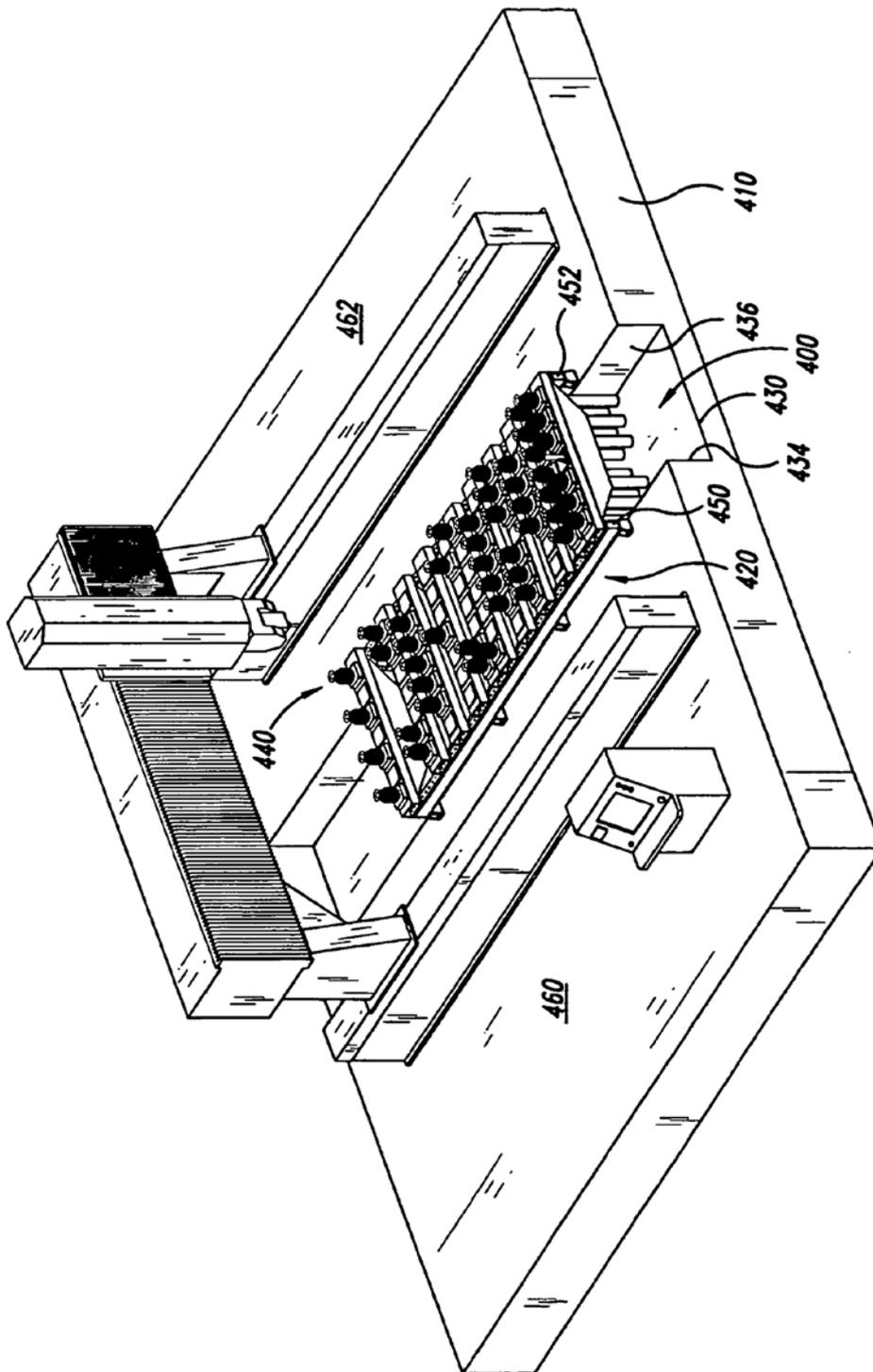


FIG. 5



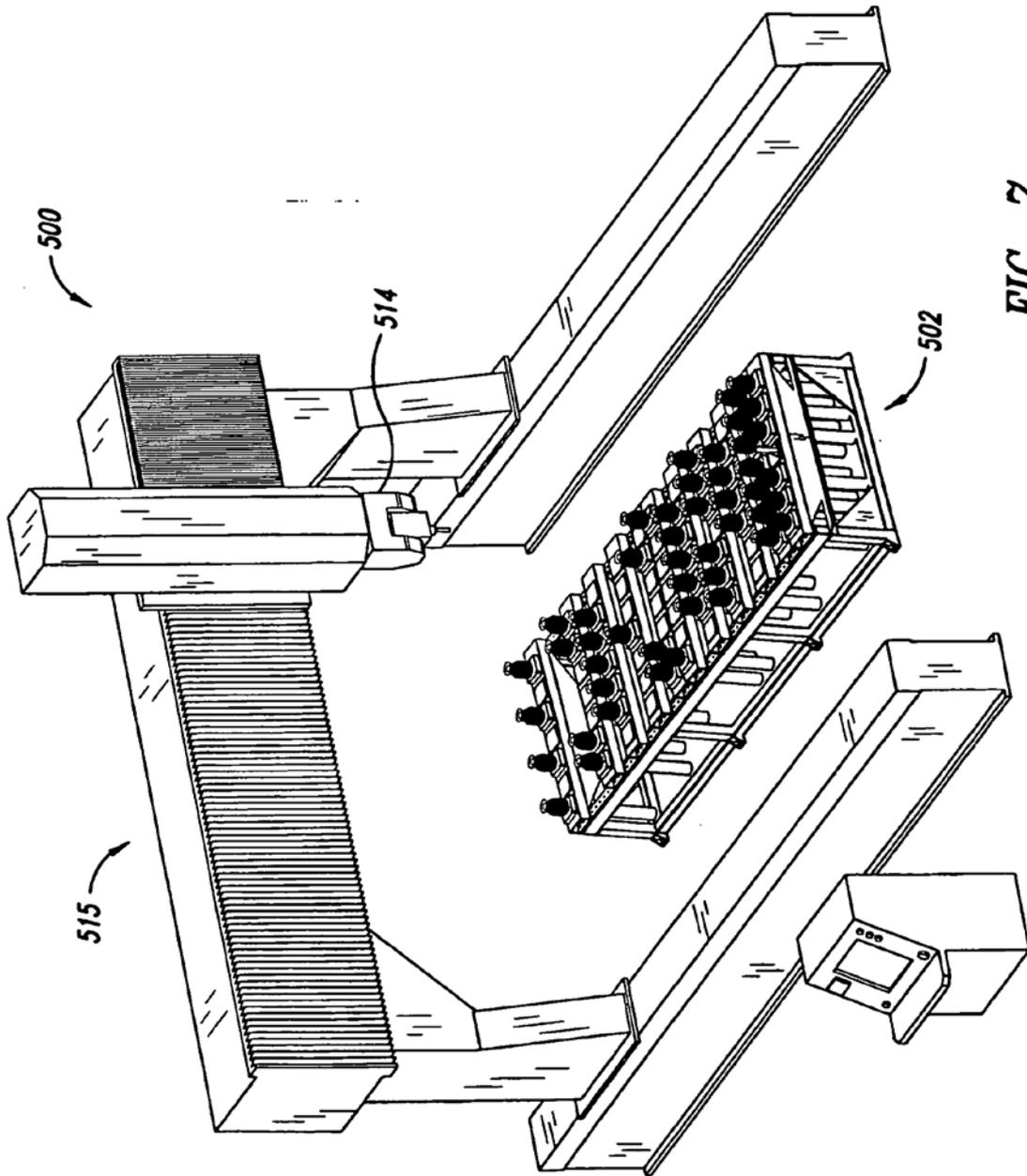


FIG. 7

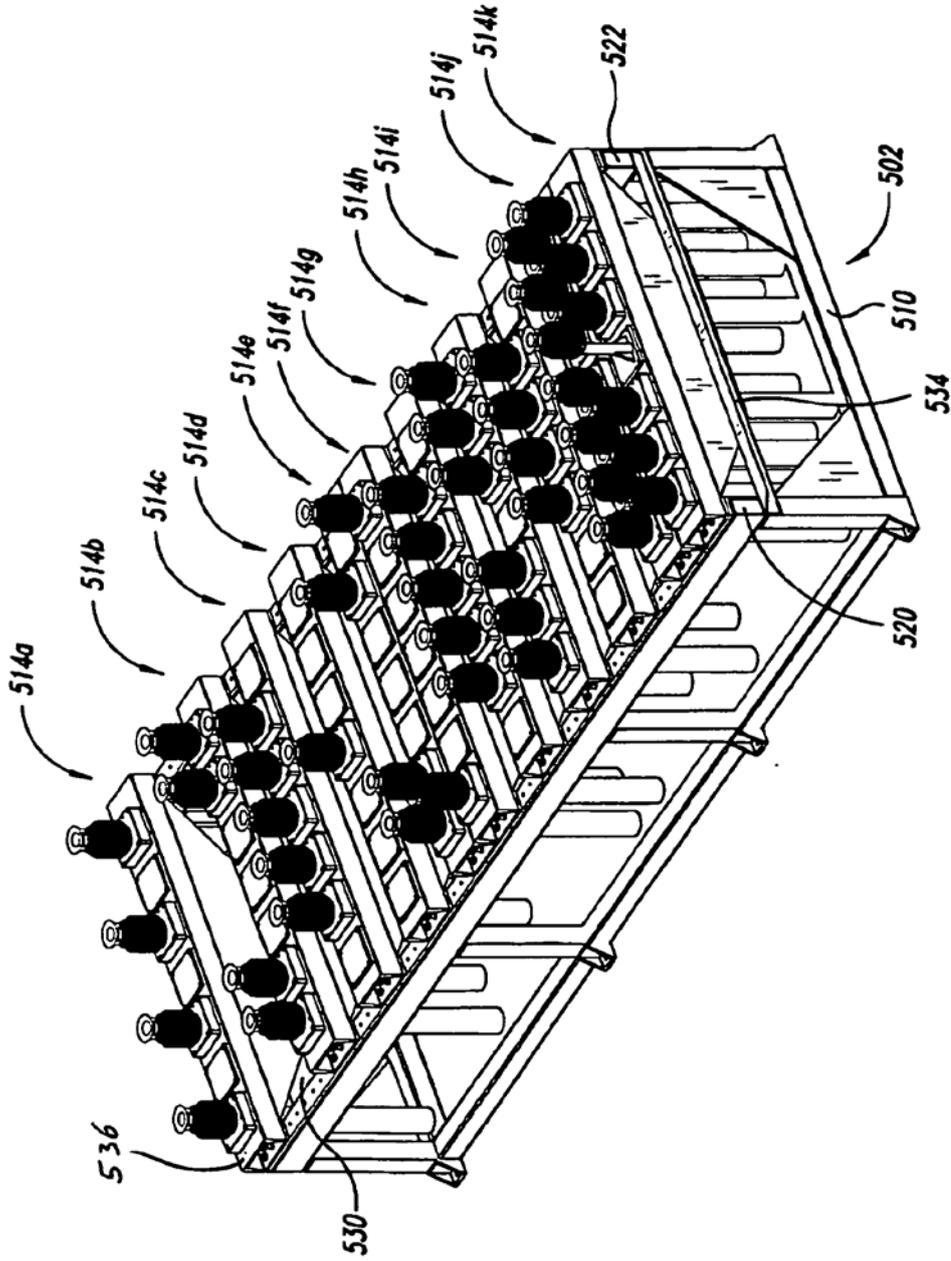


FIG. 8

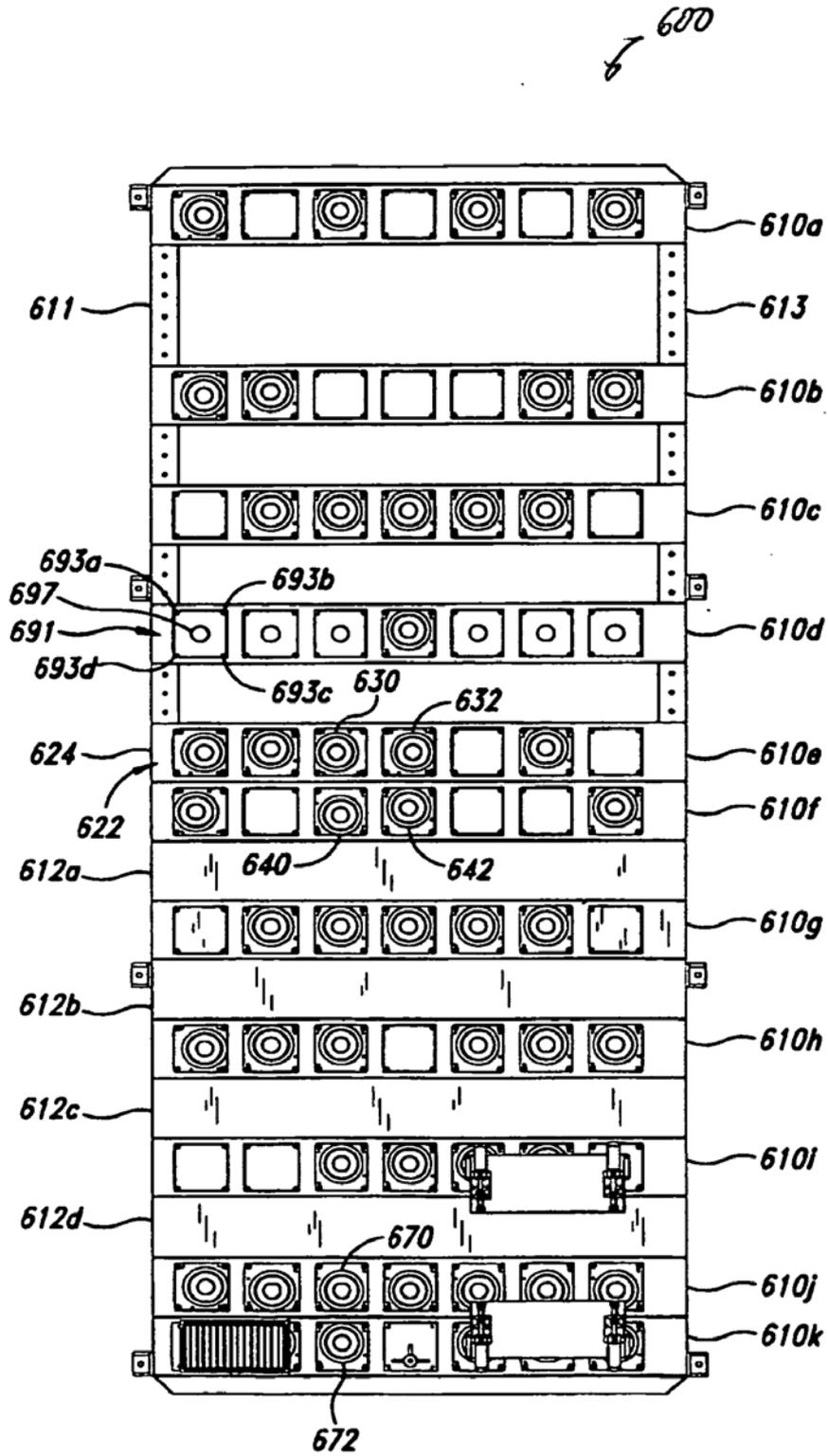
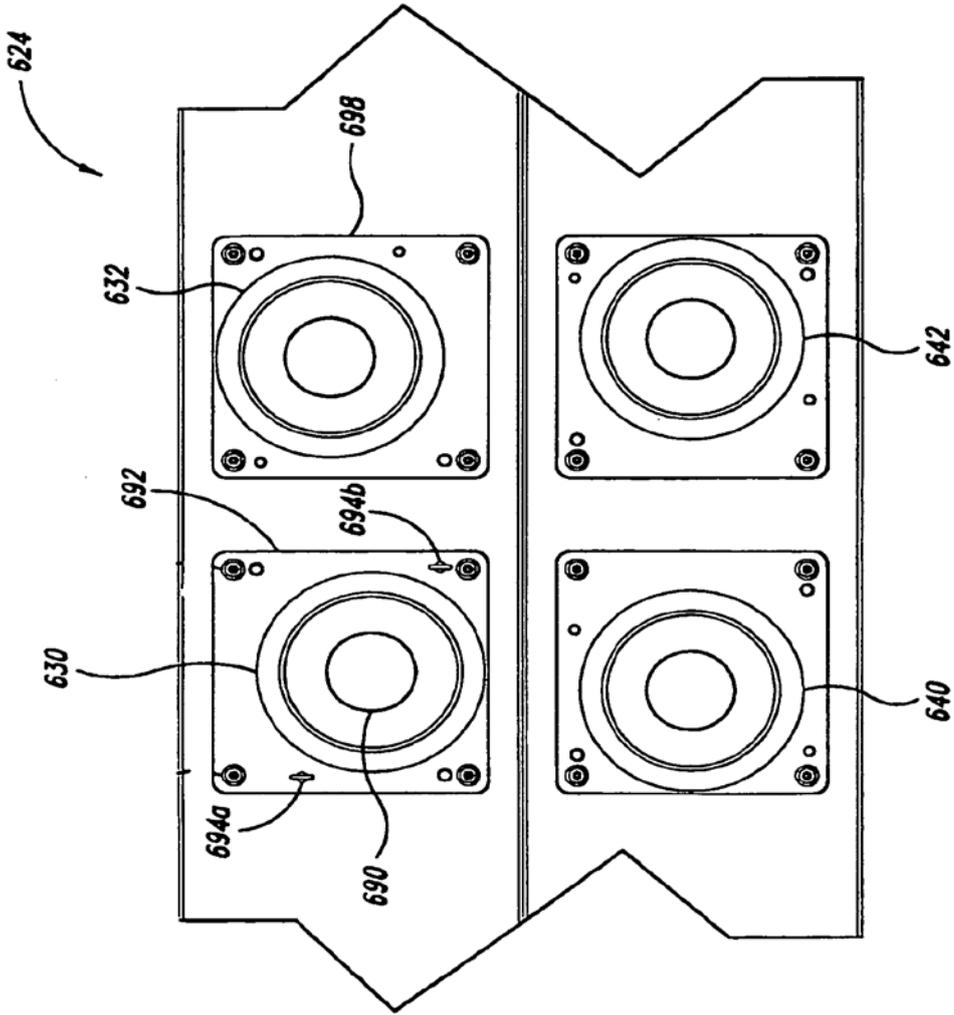


FIG. 9



*FIG. 10*

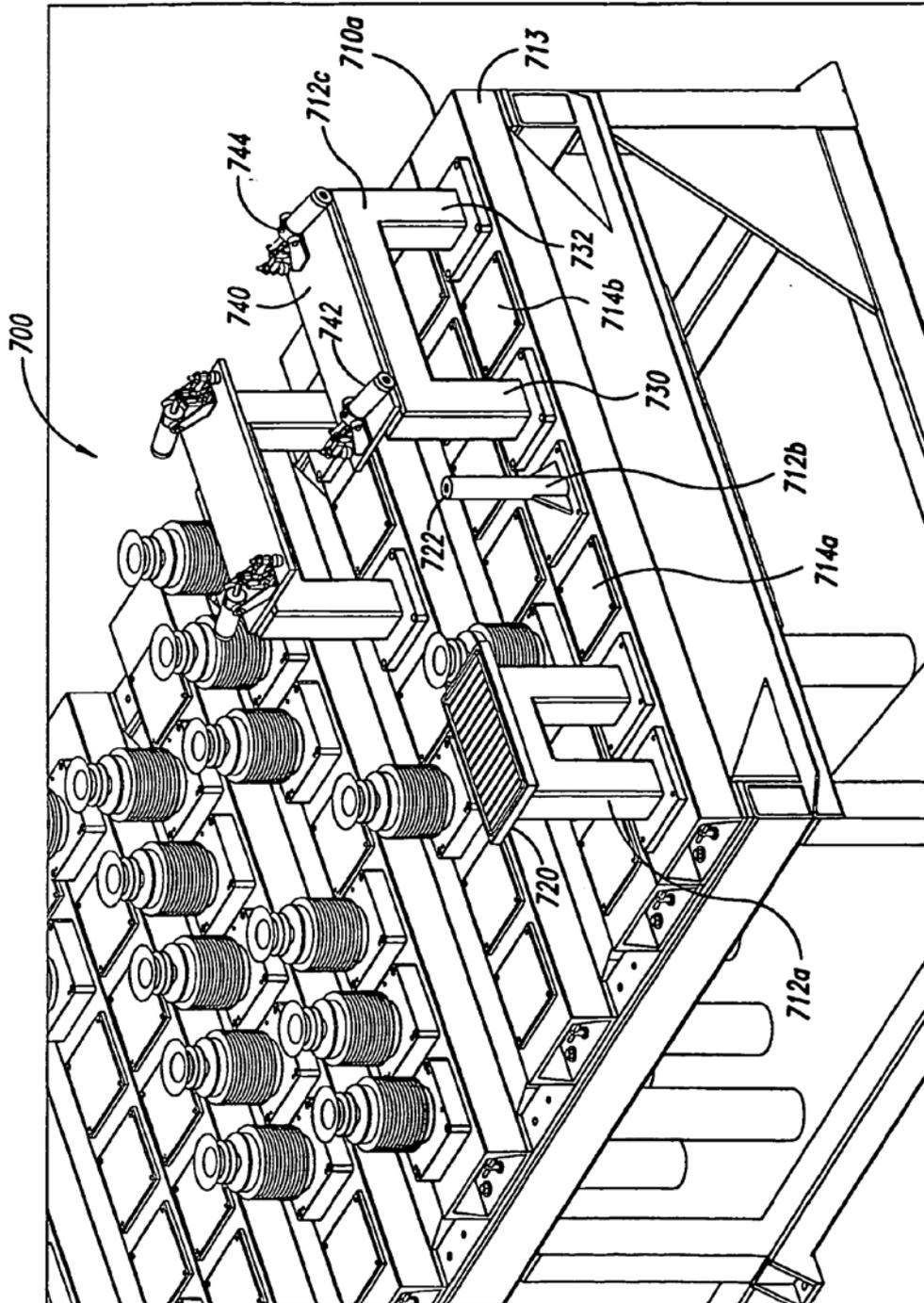


FIG. 11

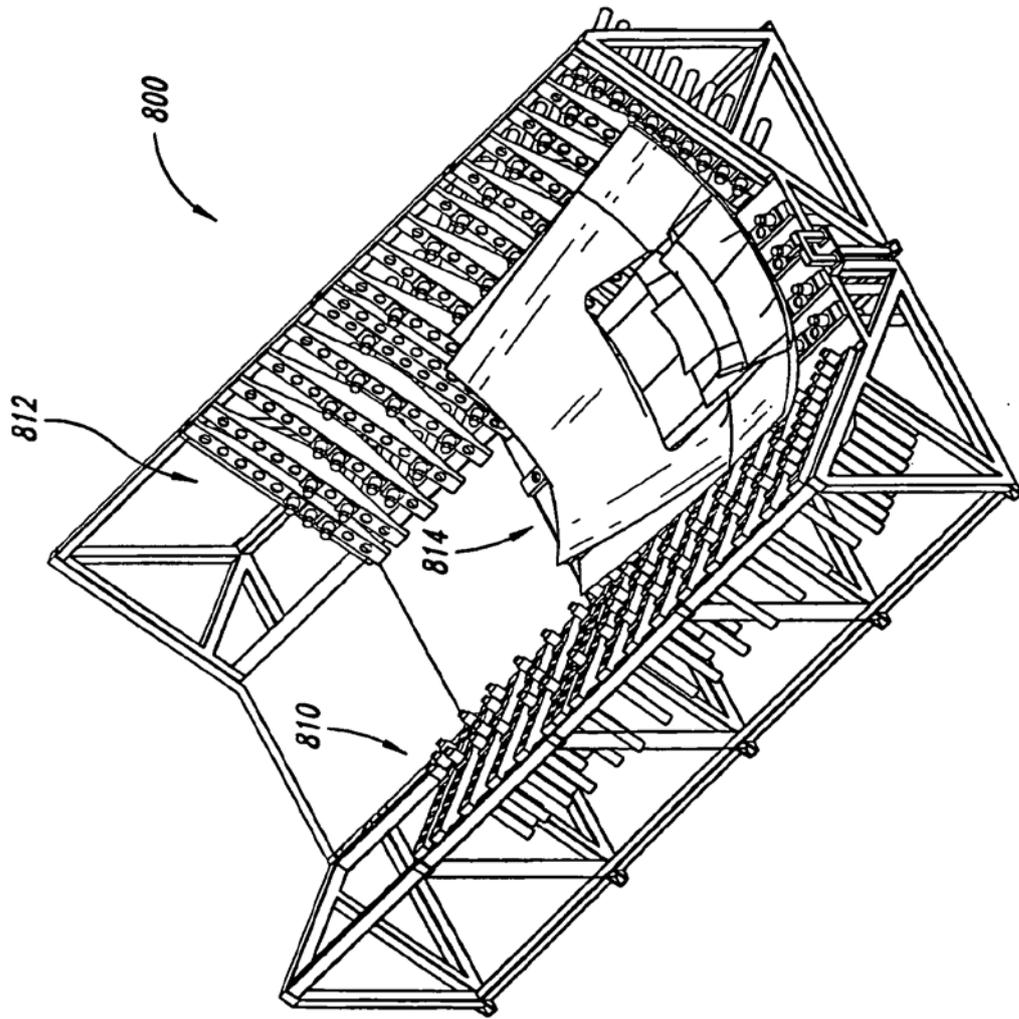


FIG. 12

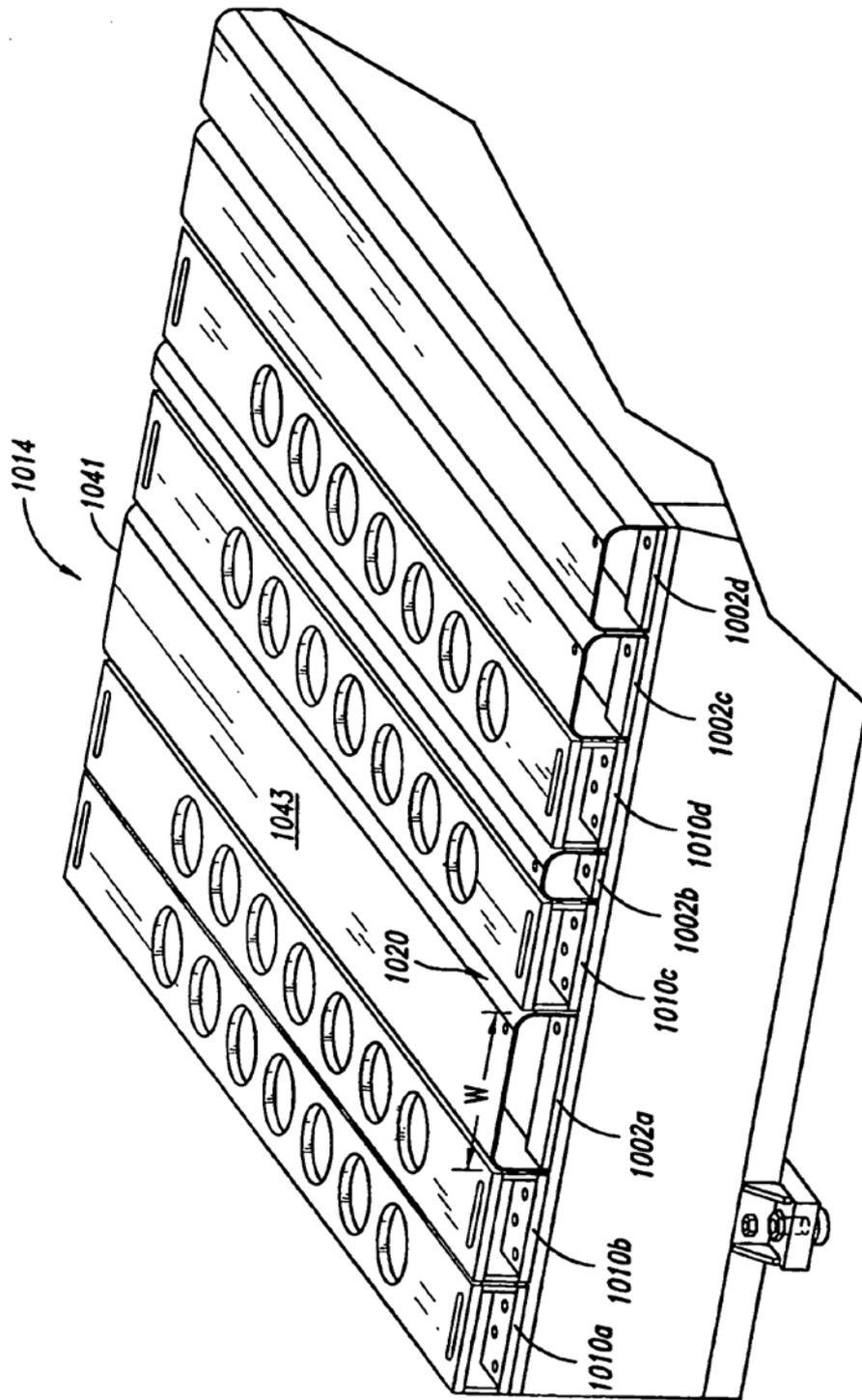
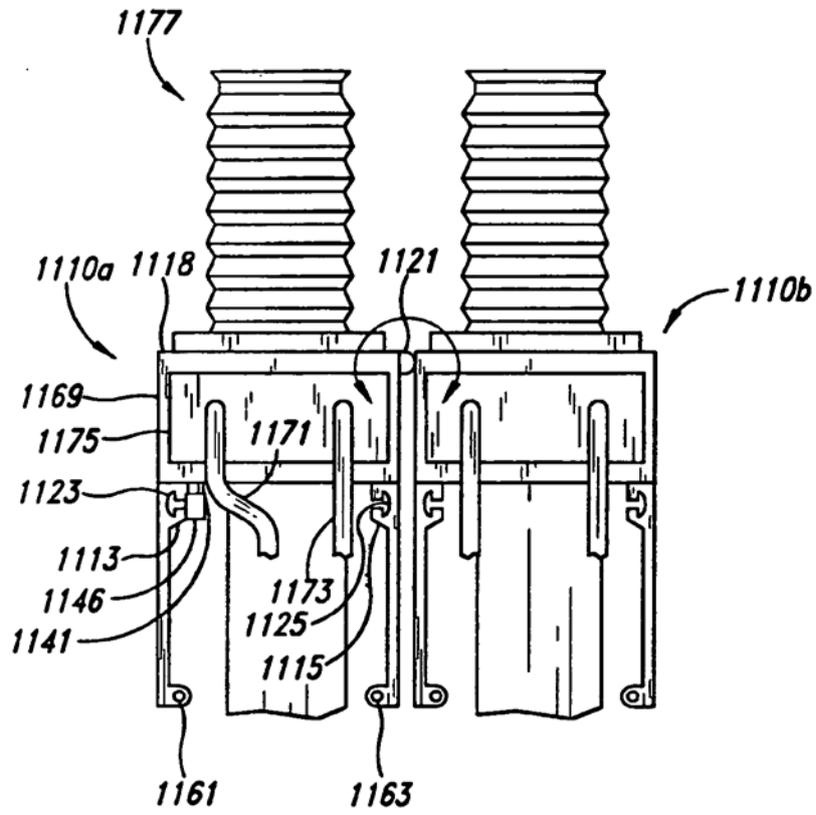
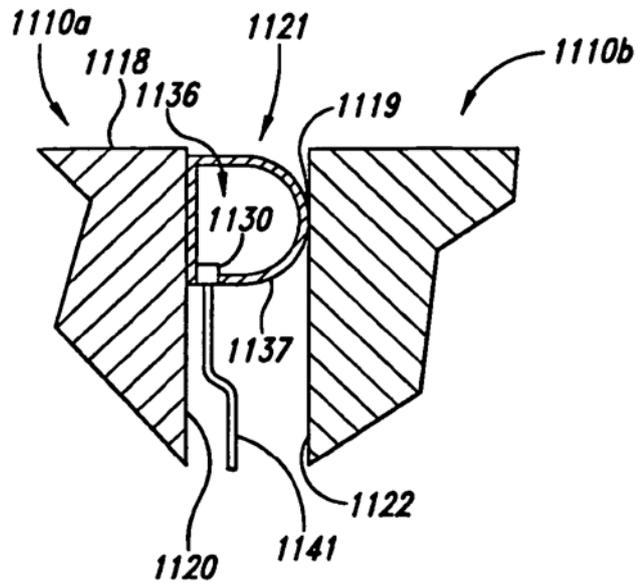


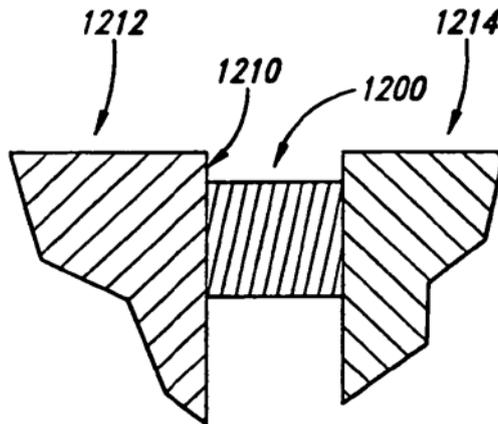
FIG. 13



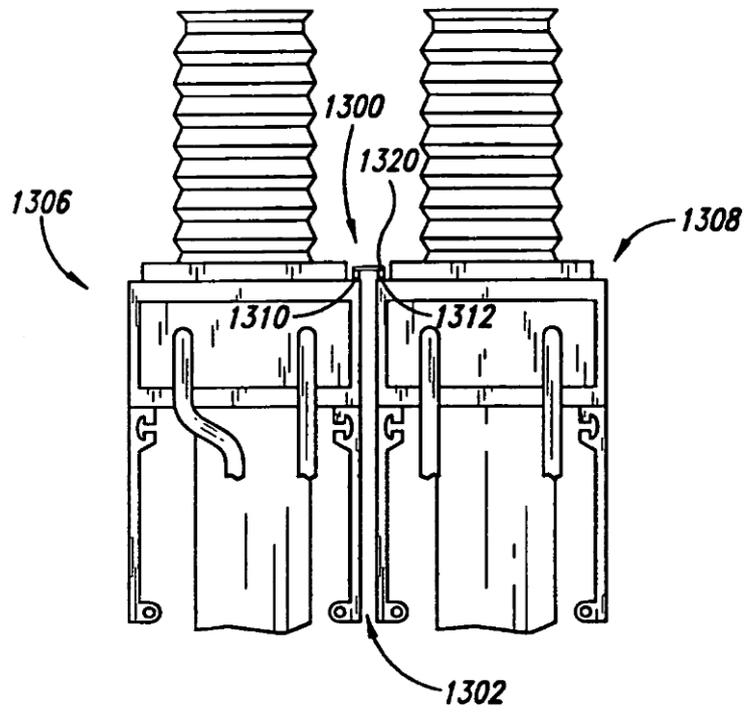
*FIG. 14*



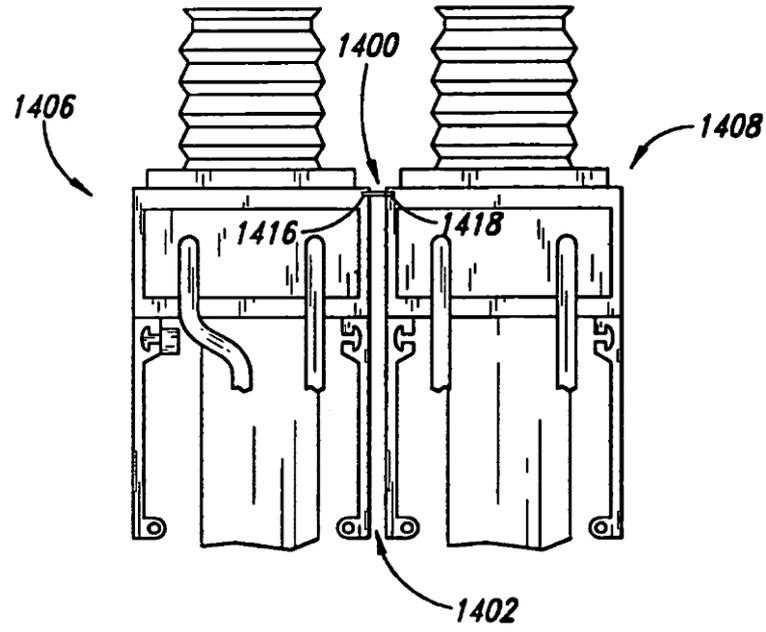
*FIG. 15*



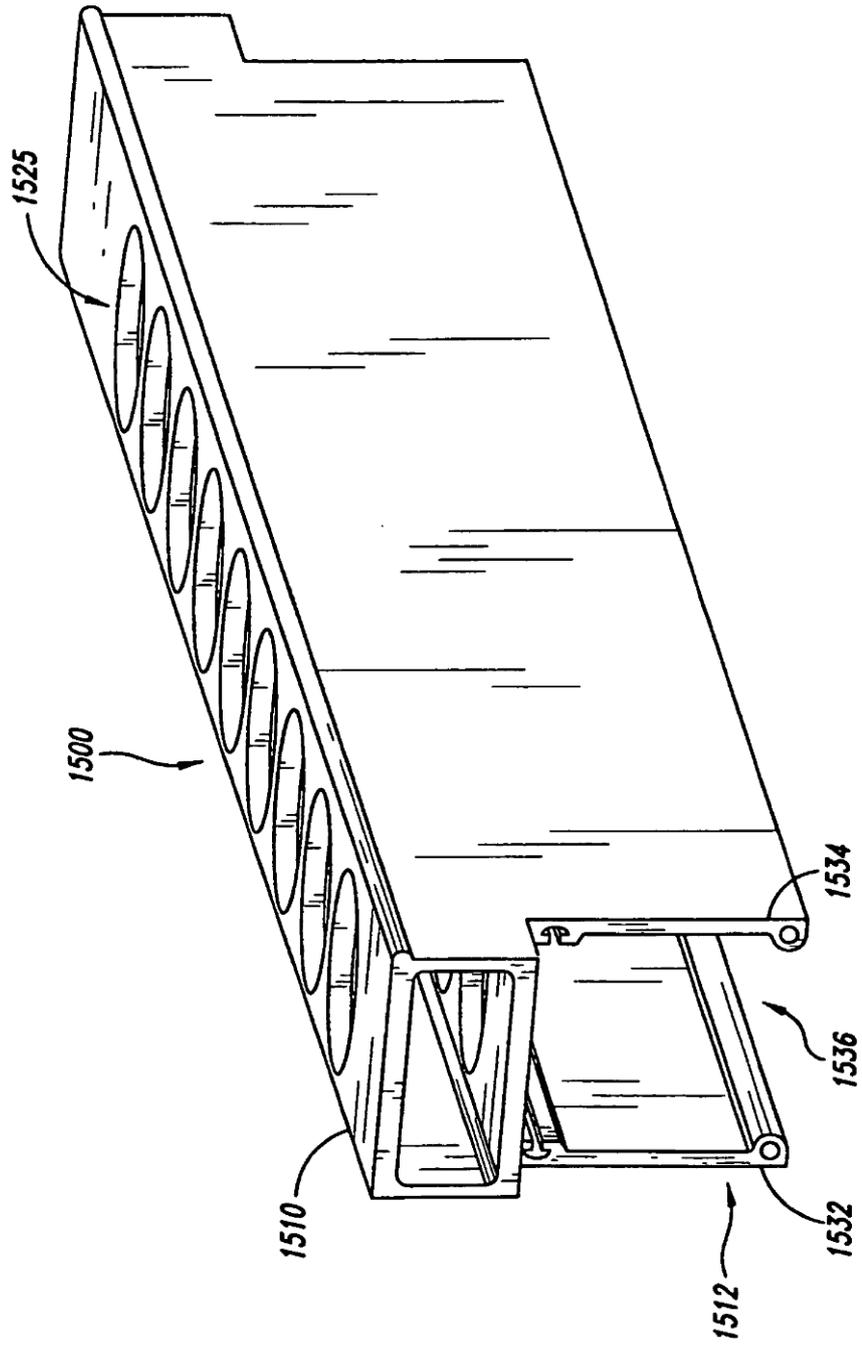
*FIG. 16*



*FIG. 17*



*FIG. 18*



*FIG. 19*