

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 243**

51 Int. Cl.:

B25F 1/00 (2006.01)

B25H 1/00 (2006.01)

B21J 15/10 (2006.01)

B23Q 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2004 E 04756107 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012 EP 1651392**

54 Título: **Métodos y aparatos para operaciones de fabricación**

30 Prioridad:

25.06.2003 US 606402

25.06.2003 US 606443

25.06.2003 US 606472

25.06.2003 US 606473

25.06.2003 US 606625

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

08.04.2013

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)

100 North Riverside

Chicago, IL 60606-1596 , US

72 Inventor/es:

BUTTRICK, JAMES, M., JR.;

BOYL-DAVIS, THEODORE, M.;

GAGE, ROGER, A.;

JONES, DARRELL, D.;

ARNTSON, PAUL, R.;

OUTOUS, RONALD, W. y

WALLACE, LYLE M.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 400 243 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

Métodos y aparatos para operaciones de fabricación.

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente exposicion está relacionada con lo métodos y aparatos para las operaciones de fabricación mejoradas, y más específicamente, con los métodos y los aparatos para la ejecución de operaciones de fabricación asistidas de contrapeso, sistemas de soporte de fuerzas en oposicion, sistemas de bastidor de eje neutro, sistemas de detección de posición sin contacto, y operaciones de fabricación servocontroladas.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La fabricación de grandes estructuras puede involucrar la ejecución de grandes números de operaciones de fabricación, tales como el taladrado de un gran número de agujeros en los componentes de la estructura. Las estructuras convencionales que requieren un gran número de operaciones de taladrado incluyen, por ejemplo, a los aviones, misiles, barcos, vagones de trenes, edificios de planchas de metal, y otras estructuras similares. En particular, los procesos de fabricación de aviones convencionales incluyen típicamente el taladrado de un gran número de secciones de alas del avión para permitir que estas secciones puedan fijarse entre si y con el bastidor con fijaciones (por ejemplo, mediante remaches). Otros tipos de operaciones de fabricación que pueden estar involucradas en la construcción de estructuras incluyen el remachado, cortado, soldadura, chorro de arena, y demás operaciones de inspección.

15

20

Tales dispositivos son conocidos a través de los documentos EP0917920A2 y US5051044A1.

25

Se han desarrollado una amplia variedad de dispositivos para facilitar las operaciones de taladrado que incluyen el taladrado de un gran número de agujeros. Por ejemplo, la patente de los EE.UU. número 4850763 emitida por Jack y otros, expone un sistema de taladrado que incluye un par de raíles fijados temporalmente al fuselaje de un avión. Un carro de soporte se encuentra acoplado en forma deslizable a los raíles y soporta un conjunto de taladrado. Una plantilla fijada al fuselaje del avión proporciona un índice de los puntos de localización de los agujeros que tienen que formarse en el fuselaje del avión. Conforme el carro se desplaza a lo largo de los raíles, un mecanismo de bloqueo (o disparador) interactúa con la plantilla para posicionar con seguridad el carro para una operación subsiguiente de taladrado.

30

35

Aunque se han conseguido unos resultados deseables utilizando los sistemas de taladrado de la técnica anterior, se han observado algunos inconvenientes. Los conjuntos de taladrado que se han utilizado convencionalmente para tales operaciones pesan típicamente en torno a veinte libras, y pueden ser relativamente voluminosos y complicados de manipular. Estos atributos pueden conducir a la fatiga del operario, y pueden reducir la eficiencia del proceso de fabricación. Además de ello, el peso y el volumen del conjunto de taladrado puede provocar que el conjunto de soporte de los raíles y del carro provoquen una flecha, doblez, etc., dependiendo de la orientación de la sección del fuselaje que estén bajo el trabajo, lo cual puede dar lugar a imprecisiones o desalineamientos de los agujeros resultantes.

40

45

Además de ello, el rendimiento de los conjuntos de taladrado de la técnica anterior puede reducirse al operar en estructuras relativamente más ligeras y más flexibles. En tales casos, el empuje del taladro puede llegar a ser demasiado alto y puede provocar un doblez no deseable o una deflexión estructural de la pieza de trabajo, lo cual puede a su vez resultar en una calidad reducida del agujero. Así mismo, en tales estructuras ligeras, las fuerzas aplicadas por el sistema de taladrado en la estructura pueden requerir un control cuidadoso para evitar un sobreesfuerzo contra la estructura. Esto puede ralentizar la operación de la fabricación y reducir la producción.

50

Además de ello, la capacidad de la posición precisa de una herramienta de fabricación sobre una pieza de trabajo, puede estar comprometida cuando la estructura está siendo contorneada. Esto es particularmente cierto cuando la estructura es de tipo contorneado simple en múltiples planos de curvatura. Debido a que la precisión de la posición puede reducirse, las operaciones de fabricación en tales estructuras puede requerir unos retardos incrementados debido a la necesidad de una verificación incrementada y al ajuste de la posición de la herramienta de trabajo, y puede requerir también unas reparaciones adicionales y el re-trabajado de la pieza de trabajo debido a las faltas de precisión en las operaciones de fabricación.

55

60

Los conjuntos de fabricación de la técnica anterior necesitan típicamente el estar orientados cuidadosamente en la pieza de trabajo para ejecutar las operaciones de fabricación, para asegurar que las operaciones de fabricación se ejecuten en los puntos apropiados. La orientación de los conjuntos de la técnica anterior en la pieza de trabajo pueden requerir contactos físicos entre el carro de soporte o bien otras porciones del conjunto, y uno o más puntos de contacto sobre la pieza de trabajo. Tales contactos físicos pueden estar sujetos a la degradación, especialmente a través del uso repetido, y puede impactar en forma adversa también en la calidad de algunos tipos de las superficies de la pieza de trabajo.

65

Además de ello, los conjuntos de fabricación de la técnica anterior incluyen típicamente un controlador que está posicionado remotamente desde el carro que soporta un conjunto de herramientas sobre la pieza de trabajo, tal como se expone por ejemplo, en la patente de los EE.UU. número 6550129 B1 emitida por Buttrick, y la patente de los EE.UU., número 6073326 emitida por Banks y otros. En tales sistemas, las señales de control para controlar el movimiento del carro de soporte y para controlar las operaciones de fabricación utilizando el conjunto de herramientas se transmiten por medio de un sistema de cables de control que se extienden entre el controlador situado remotamente y los componentes del carro de soporte y el conjunto de herramientas. Aunque se han conseguido resultados deseables utilizando tales conjuntos de fabricación, la extensión del movimiento del carro de soporte y la operación del conjunto de herramientas puede estar limitada por las longitudes de los cables de control o por la movilidad del controlador dentro de los confines del entorno de fabricación.

Además de ello, las herramientas de fabricación de la técnica anterior pueden ser pesadas en forma no deseable, particularmente las herramientas accionadas neumáticamente y otros conjuntos ensamblados a partir de componentes convencionales que tienen armazones individuales y rodamientos de soporte. Al menos algunas herramientas accionadas NEUMÁTICAMENTE convencionales no proporcionan un control preciso para poder ejecutar las operaciones de fabricación. Tales conjuntos de taladrado neumático, por ejemplo, no permiten un control preciso de la velocidad de avance del taladro o de la velocidad rotacional.

Por las razones anteriores, existe una necesidad no satisfecha de un aparato mejorado y de los métodos para la ejecución de las operaciones de fabricación.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a los métodos y aparatos para las operaciones mejoradas de fabricación. En una realización, un aparato para soportar una herramienta con respecto a la superficie de una pieza de trabajo incluye una base adaptada a la pieza de trabajo, un soporte de herramienta acoplada a la base, y un dispositivo de presión acoplado tanto a la base como al soporte de la herramienta. El soporte de la herramienta es desplazable con respecto a la base a lo largo de un eje de traslación, y el dispositivo de presión que es variable a lo largo de un eje de presión que está situado al menos parcialmente a lo largo del eje de traslación, y en donde el dispositivo de presión incluye un accionador neumático, un motor, o bien un motor de par constante. El dispositivo de presión está adaptado para al menos parcialmente contrapesar una fuerza (por ejemplo una fuerza gravitacional) ejercida sobre el soporte de la herramienta a lo largo del eje de traslación. Tal como se describe en su totalidad más adelante, un aparato de acuerdo con la presente invención puede reducir ventajosamente la eficiencia y la precisión de las operaciones de fabricación ejecutadas con la herramienta de trabajo.

En otro dispositivo, un aparato para soportar una herramienta de fabricación con respecto a una pieza de trabajo incluye un conjunto de pistas adaptado a la pieza de trabajo, y un carro móvil acoplado al conjunto de la pista. El carro incluye un soporte de la herramienta adaptado para recibir y soportar una herramienta de fabricación. El conjunto de soporte de fuerzas opuestas está acoplado operativamente al carro, y está adaptado para fijarlo a la pieza de trabajo. El conjunto de soporte de fuerzas opuestas al menos parcialmente hace de contrapesado de una fuerza de fabricación sobre la pieza de trabajo por la herramienta de fabricación. Las deflexiones de una pieza de trabajo durante la operación de la fabricación pueden reducirse, mejorando por tanto la imprecisión, consistencia, eficiencia, y capacidad de producción de la operación de fabricación.

En un dispositivo adicional, un aparato para soportar una herramienta de fabricación con respecto a una pieza de trabajo que incluye un conjunto de pistas adaptado para fijarse a la pieza de trabajo e incluyendo al menos un rail, teniendo el rail un eje neutro con extensión longitudinal y un bastidor que se extiende a lo largo de una línea de paso que al menos aproximadamente coincide con el eje neutral que se extiende longitudinalmente. En las realizaciones alternativas, el bastidor incluye una pluralidad de aberturas en forma de cuñas o bien una pluralidad de aberturas de forma cónica. Las mejoras en el control de la posición de una herramienta de fabricación pueden conseguirse, por tanto mejorando la precisión, eficiencia y capacidad de producción de la operación.

Incluso en otro dispositivo, un aparato para ejecutar una operación de fabricación sobre una pieza de trabajo, que incluye un conjunto de pistas adaptadas para estar fijadas a la pieza de trabajo, un conjunto de carro acoplado al conjunto de pistas y móvil con respecto a la pieza de trabajo, y un sensor de posición. El sensor de posición está acoplado operativamente al conjunto del carro e incluye un elemento sensor adaptado para posicionarse operativamente a la pieza de trabajo. El elemento sensor está adaptado además para detectar al menos un borde de una característica de índice sobre la pieza de trabajo desde una distancia desde la función de índice. Debido a que el elemento sensor detecta un borde de la función de índice alejada de la función de índice, el elemento sensor ventajosamente no hace contacto físico con la función de índice, y puede por tanto proporcionar una fiabilidad y mantenibilidad mejoradas en comparación con los sistemas de la técnica anterior.

En otro dispositivo, un aparato para ejecutar una operación de fabricación en una pieza de trabajo, que incluye un conjunto de pistas fijado a la pieza de trabajo, un conjunto de carro acoplado en forma móvil al conjunto de pistas con respecto a la pieza de trabajo, y un sensor de posición acoplado operativamente al conjunto del carro. El sensor de posición incluye un elemento sensor adaptado para posicionarse operativamente con respecto a la pieza de trabajo, y un circuito sensor, que tiene una primera porción acoplada al elemento de detección, en donde la primera

5 porción está adaptada para recibir una señal de entrada analógica y proporcionar una señal de salida analógica acondicionada en un primer nodo de salida. El circuito sensor incluye además una segunda porción acoplada a la primera porción y adaptado para recibir una señal de salida analógica acondicionada, y proporcionar una señal de salida digital en un segundo nodo de salida. Así pues, el elemento sensor proporciona ventajosamente ambas señales de salida analógica y digital al aparato controlador correspondiente, mejorando por tanto la versatilidad y la precisión del sistema de fabricación.

10 En un dispositivo adicional, un aparato para ejecutar una operación de fabricación en una pieza de trabajo que incluye un conjunto de pistas adaptadas para fijarse a la pieza de trabajo, un conjunto de carro acoplado en forma movable, e incluyendo un conjunto motriz operable para trasladar el conjunto del carro a lo largo del conjunto de pistas, y un controlador montado sobre el conjunto del carro, y acoplado operativamente al conjunto motriz. El controlador está adaptado para transmitir las señales de control al conjunto motriz para controlar el movimiento del conjunto del carro sobre la pieza de trabajo. Debido a que el controlador está montado sobre el conjunto del carro, el conjunto del carro puede operar en forma autónoma para ejecutar las operaciones de fabricación en la pieza de trabajo y pudiendo reducir la cantidad del equipo de soporte.

15 Todavía en otro dispositivo, un aparato para ejecutar una operación de fabricación sobre una pieza de trabajo que incluye un miembro de base, una plataforma motriz separada del miembro de base por una distancia de separación, y una pluralidad de miembros de guía que se extienden entre la plataforma motriz y el miembro de la base. Al menos una de la plataforma motriz y el miembro de base son móviles a lo largo de los miembros de guía para incrementar o reducir la distancia de separación. El aparato incluye también un miembro motriz acoplado operativamente entre la plataforma motriz y el miembro de la base, y un servomotor acoplado operativamente en el miembro motriz. Conforme el servomotor acciona el miembro motriz, se varía la distancia de la separación. En una realización alternativa, una herramienta de fabricación puede estar acoplada en al menos una plataforma motriz y el miembro de la base, y conforme el motor acciona el miembro motriz, la herramienta de fabricación está acoplada con la pieza de trabajo. De nuevo, tal como se ha descrito más en su totalidad, un aparato y métodos de acuerdo con la presente invención pueden mejorar ventajosamente la precisión, eficiencia, y producción de las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo.

30 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Las realizaciones preferidas y alternativas de la presente invención están descritas con detalle más adelante con referencia a los dibujos siguientes.

35 La figura 1 es una vista isométrica de un conjunto de soporte para poder ejecutar las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo de acuerdo con una realización de la invención;

La figura 2 es una vista isométrica del conjunto de soporte de la Figura 1 acoplada con un conjunto de taladrado de acuerdo con una realización de la invención;

La figura 3 es una vista en alzado lateral del conjunto de soporte y el conjunto de taladrado de la figura 2;

40 La figura 4 es una vista isométrica del conjunto del carro que está acoplado en el conjunto de las pistas de la figura 1;

La figura 5 es una vista isométrica del conjunto del carro que está fijado al conjunto de las pistas de la figura 1;

45 La figura 6 es una vista isométrica del conjunto de contrapesado de la figura 1 en una primera posición de presión;

La figura 7 es una vista isométrica del conjunto de contrapesado de la figura 1 en una segunda posición de presión;

La figura 8 es una vista isométrica del conjunto de taladrado que está acoplado con el conjunto de contrapesado de la figura 1;

50 La figura 9 es una vista isométrica de una realización alternativa del conjunto de pistas y un conjunto de carro para su uso con un conjunto de soporte de acuerdo con otra realización de la invención;

La figura 10 es una vista superior isométrica ampliada y parcial del conjunto de pistas y una porción del conjunto del carro de la figura 9;

La figura 11 es una vista inferior isométrica ampliada y parcial del conjunto de pistas y una porción del conjunto del carro de la figura 9;

55 La figura 12 es una vista del conjunto de fabricación para ejecutar las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo;

La figura 13 es una vista isométrica del conjunto de fabricación de la figura 12 acoplado a una pieza contorneada;

60 La figura 14 es una vista isométrica frontal de un conjunto de fabricación que tiene un conjunto de soporte de fuerzas en oposición para ejecutar las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo;

La figura 15 es una vista isométrica posterior del conjunto de fabricación de la figura 14;

La figura 16 es una vista isométrica inferior del conjunto de fabricación de la figura 14;

La figura 17 es una vista isométrica frontal ampliada del conjunto de soporte de fuerzas opuestas del conjunto de la figura 14;

65 La figura 18 es una vista isométrica posterior ampliada del conjunto de soporte de fuerzas opuestas del conjunto de fabricación de la figura 14;

- La figura 19 es una vista isométrica superior ampliada de un primer engranaje motriz acoplado con la pista formada integralmente de la pista en la figura 14;
- La figura 20 es una vista isométrica parcial ampliada de un rail del conjunto de pistas de la figura 14;
- La figura 21 es una vista parcial en alzado superior ampliado del rail de la figura 14;
- 5 La figura 22 es una vista en sección transversal lateral ampliada de una porción del rail tomada a lo largo de la línea A-A de la figura 21;
- La figura 23 es una vista en alzado frontal de un conjunto de fabricación que tiene un conjunto de sensor de posición;
- 10 La figura 24 es una vista isométrica superior de un conjunto de pistas y un conjunto de carro del conjunto de fabricación de la figura 23;
- La figura 25 es una vista isométrica parcial ampliada de un conjunto sensor y un conjunto de control del conjunto de fabricación de la figura 23;
- La figura 26 es una vista isométrica lateral del conjunto sensor de un sensor del conjunto de sensores de la figura 25;
- 15 La figura 27 es una vista isométrica inferior del sensor de la figura 26;
- La figura 28 es un diagrama de flujo de un método de determinaron de la posición;
- La figura 29 es una representación esquemática del método de la determinación de la posición de la figura 28;
- La figura 30 es un gráfico de un nivel de la señal representativo de un barrido de los sensores utilizados para detectar una posición de una función índice;
- 20 La figura 31 es un circuito de control para ejecutar una determinación de la posición;
- La figura 32 es una representación esquemática de un conjunto de fabricación;
- La figura 33 es una vista ampliada enalzada de un conjunto de herramientas servocontroladas del conjunto de fabricación de la figura 24;
- 25 La figura 34 es una vista en alzado superior expuesta parcialmente del conjunto de herramientas servocontrolado de la figura 33; y
- La figura 35 es una vista en alzado lateral del conjunto de herramientas servocontroladas de la figura 33.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 La presente invención está relacionada con los métodos y aparato para las operaciones de fabricación mejorada, y más específicamente, con los métodos y aparatos para ejecutar operaciones de taladrado contrapesadas en las secciones del fuselaje de los aviones. Muchos detalles específicos de ciertas realizaciones de la invención están expuestos en la siguiente descripción y en las figuras 1-35, para proporcionar una completa comprensión de tales realizaciones. No obstante, el técnico especializado en la técnica comprenderá que la presente invención puede tener realizaciones adicionales, o bien que la presente invención puede realizarse sin varios de los distintos detalles descritos en la siguiente descripción.

35

Operaciones de fabricación asistidas por contrapesos

40 La figura 1 es una vista isométrica de un conjunto de soporte 100 para ejecutar operaciones de fabricación en una pieza de trabajo 102, de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, el conjunto de soporte 100 incluye un conjunto de pista alargada 110 fijable a la pieza de trabajo 102, un conjunto de carro 120 acoplado en forma movable al conjunto de pistas 110, y un conjunto de contrapeso 130 acoplado al conjunto del carro 120. Tal como se describe más en su totalidad más adelante, debido a que el conjunto de soporte 100 tiene el conjunto de contrapeso 130 se puede reducir ventajosamente las cargas incluidas por un operador 104 (parcialmente visibles) durante una operación de fabricación, en donde el conjunto de soporte 100 puede reducir la fatiga del operario, y puede mejorar la eficiencia y la calidad de la operación de fabricación.

45

Tal como se muestra en la figura 1, el conjunto de pistas 110 incluye una vigueta 112 equipada con una pluralidad de conjuntos de copas de vacío 114. Los conjuntos de copas de vacío 114 están acopladas en forma fluida a una línea de vacío 116 que conducen a una fuente de vacío 118m tal como una bomba de vacío, o similar. La válvula de control de vacío 115 está acoplada entre la línea de vacío 116 y los conjuntos 114 de la copa de vacío, y que permite que el vacío pueda ser eliminado o aplicado de forma controlable en los conjuntos de las copas de vacío 114 durante por ejemplo el montaje y la eliminación del conjunto de pistas 110 y desde la pieza de trabajo 102. Los conjuntos 114 de la copa de vacío son de una construcción conocida y pueden ser del tipo expuesto, por ejemplo, en la patente de los EE.UU. numero 6467385 B1 emitida por Buttrick y otros, o en la patente de los EE.UU. número 6210084B1 emitida por Banks y otros. En las realizaciones alternativas, los conjuntos de las copas de vacío 114 pueden reemplazarse con otros tipos de conjuntos de fijación, incluyendo los conjuntos de fijación magnética, pernos o bien otros miembros de fijación enroscada, o bien cualesquiera otros conjuntos de fijación adecuados. En algunas realizaciones, la vigueta 112 del conjunto de pistas 110 puede ser relativamente rígida e inflexible, y en otras realizaciones, la vigueta 112 puede ser una vigueta flexible o parcialmente flexible, y retorcida para conformarse a los contornos de la superficie de la pieza de trabajo 102, tal como se describe más en su totalidad más adelante.

50

55

60

El conjunto del carro 120 mostrado en la figura 1, incluye un miembro de base 122 que tiene una pluralidad de rodamientos del carro 124 que se acoplan rodando a los bordes superiores e inferiores 113a, 113b de la vigueta 112. Así pues, el conjunto del carro 120 puede trasladarse hacia atrás y hacia delante a lo largo de la longitud de la vigueta 112 a lo largo de un eje x. En las realizaciones alternativas, los rodamientos del carro 124 pueden reemplazarse con rodillos, engranajes, miembros deslizantes, ruedas de goma, o bien otros dispositivos de

65

5 acoplamiento adecuados. En una realización en particular, los rodamientos del carro 124 pueden reemplazarse con engranajes de piñones que se acoplan a una porción de una cremallera dentada (por ejemplo, posicionada en el borde superior 113a) de la vigueta 112. El conjunto del carro 120 incluye además un par de mecanismos de bloqueo 126 fijados al miembro de la base 122 y acoplable con la vigueta 112 del conjunto de pistas 110. En esta realización, los mecanismos de bloqueo 126 están acoplados en forma abisagrada al miembro de la base 122, y pueden extenderse al miembro de la base 126 en un acoplamiento de seguridad con la vigueta 112, dejando el conjunto del carro 120 libre en forma atravesada a lo largo del eje x de la vigueta 112, pero por otra parte impidiendo que el conjunto del carro 120 pueda desacoplarse del conjunto de pistas 110. El bloqueo del carro 137 (figura 3) está acoplado a l miembro de la base 122 y puede acoplarse con el conjunto de pistas 110 para asegurar el conjunto del carro 120 en una posición deseada en el conjunto de pistas 110.

15 Con referencia continuada a la figura 1, el conjunto 130 de contrapeso incluye un rail alargado 132 acoplado en forma movable al conjunto del carro 120, en donde el rail 132 es movable a lo largo del eje y con respecto al conjunto del carro 120. En esta realización, el rail 132 está acoplado en forma movable con el miembro de la base 122 del conjunto del carro 120 mediante una pluralidad de los rodamientos del rail 133. En la realización mostrada en la figura 1, el eje y (o eje de traslación de la herramienta) es perpendicular al eje x, y tanto el eje Y y el eje X son perpendiculares a una normal local en la superficie de la pieza de trabajo 102. En las realizaciones alternativas, el eje Y (y el eje X) pueden orientarse con distintos ángulos con respecto a la normal local a la superficie de la pieza de trabajo 102, tal como cuando la pieza de trabajo 102 tenga una superficie contorneada, especialmente una pieza de trabajo 102 que tenga una superficie contorneada compuesta (es decir, una superficie que tenga una curvatura en múltiples planos de la curvatura). Puede apreciarse, sin embargo, que el eje Y del conjunto del soporte 100 puede posicionarse de forma tal que el eje Y tenga al menos un componente que sea perpendicular a la normal local a la superficie de la pieza de trabajo 102, de forma que el eje Y esté al menos parcialmente perpendicular a la normal local. En otras palabras, el eje Y está preferiblemente no alineado con la normal local a la superficie de la pieza de trabajo 102.

25 Tal como se muestra además en la figura 1, el soporte de la herramienta 134 está acoplado al rail 132 y se proyecta hacia fuera. El cilindro de presión (o dispositivo de contrapeso) 136 tiene una primera porción acoplada al conjunto del carro 120 y una segunda porción acoplada al rail 132 (o al soporte de la herramienta 134). La primera y segunda porciones del cilindro de presión 136 son movibles entre si. En las realizaciones alternativas, el cilindro de presión 136 puede incluir un cilindro neumático, un cilindro hidráulico, uno o más miembros de resortes, o bien cualquier otro dispositivo de contrapeso adecuado. Preferiblemente, el dispositivo de contrapeso 136 es ajustable de forma controlada mediante un mecanismo de control que permite al operario acoplar o desacoplar una fuerza de presión aplicada por el dispositivo de contrapeso 136, y también para controlar la magnitud de la fuerza de presión. Tal como se muestra además en la figura 1, la línea de suministro 138 que conduce a una fuente de fluido presurizado (por ejemplo, aire o bien un fluido hidráulico) está acoplada a una válvula de control 140 de contrapesado que controla la presión dentro del cilindro de presión 136. En una realización, el cilindro de presión 136 es variable en una única dirección (por ejemplo, bien hacia arriba o hacia abajo a lo largo del eje Y) mediante la aplicación de presión en el cilindro de presión 136 por medio de la válvula 140 de control de contrapesado. Alternativamente, el cilindro de presión 136 puede ajustarse selectivamente en la primera y segunda direcciones (por ejemplo, hacia arriba y hacia abajo a lo largo del eje Y) por los medios de una válvula de control de contrapesado 140. En una realización preferida, la válvula 140 de control de contrapesado puede ser ajustable para controlar la dirección de la presión y la cantidad de presión dentro del cilindro de presión 136, que a su vez controla la magnitud de la fuerza de presión aplicada por el cilindro de presión 136 sobre el soporte de la herramienta 134.

30 En una realización en particular, el conjunto de soporte 100 de acuerdo con una realización de la presente invención puede utilizarse en las operaciones de taladrado. Por ejemplo, las figuras 2 y 3 son vistas isométricas y vistas en alzado lateral, respectivamente, del conjunto soporte 100 de la figura 1 acopladas con un conjunto de taladrado 160 de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, el conjunto de taladro 160 incluye un dispositivo de taladrado 162 acoplado a una abrazadera de soporte 164, que a su vez está acoplado al soporte de la herramienta 134 del conjunto de contrapeso 130. El dispositivo de taladrado 162 puede incluir una mordaza 166 que puede fijarse con seguridad en un agujero en la pieza de trabajo 102. El dispositivo de taladrado 162 puede ser de cualquier tipo de dispositivo de taladrado conocido adecuado para ejecutar las operaciones de taladrado en una pieza de trabajo, incluyendo por tanto aquellos dispositivos de taladrado comercialmente disponibles en la firma de Cooper Tools Inc., de Lexington, Carolina del Sur, West COSAT Industries, Inc de Seattle, Washington, Recoules S.A. de Ozoir-la-Ferriere, Francia, y a partir de Global Industrial Technologies, Inc., de Dallas, Texas.

35 Durante el funcionamiento, la válvula 115 de control del vacío (Figura 1) puede accionarse para desalojar la fuente de vacío 118 de los conjuntos de vacío 113, permitiendo que el conjunto de vacío 110 pueda posicionarse en un lugar deseado en la pieza de trabajo 102. La válvula de control del vacío 115 puede ser accionada de nuevo para acoplar la fuente de vacío 118 con los conjuntos de vacío 114, acoplando con seguridad el conjunto de las pistas 110 en la pieza de trabajo 102. A continuación, el conjunto del carro 120 puede ser acoplado al conjunto de pistas 110. La figura 4 es una vista isométrica de un conjunto de carro 120 que está siendo acoplado con el conjunto de pistas 110. Tal como se muestra en la figura 4, los rodamientos 124 del carro más superiores pueden posicionarse en contacto con el borde superior 113a de la vigueta 112 del conjunto de pistas 110 en una posición inclinada o de

canto, y entonces el conjunto del carro 120 puede hacerse rotar hacia abajo hasta que los rodamientos del carro más inferiores 124 puedan acoplarse en el borde inferior 113b de la vigueta 112.

5 Con el conjunto del carro 120 posicionado sobre el conjunto de raíles 110, el conjunto del carro 120 puede estar fijado al conjunto de pistas 110 de forma tal que el conjunto del carro 120 pueda moverse hacia atrás y hacia delante a lo largo del conjunto de pistas 110, pero por otra parte no llegando a separarse del conjunto de pistas 110. La figura 5 es una vista isométrica del conjunto del carro 120 que está fijado al conjunto de pistas 110 por un operario 104 por la presión de los mecanismos de bloqueo 126 del conjunto de carros 120 en el acoplamiento con la vigueta 112 del conjunto de pistas 110.

10 A continuación, con la línea de suministro 138 acoplada a la válvula de control de contrapeso 140, el operario 104 puede ajustar una presión determinada dentro del cilindro de presión 136 por la actuación de la válvula 140 de control del contrapeso, proporcionando por tanto una magnitud deseada de presión a lo largo del eje Y. Por ejemplo, la figura 6 es una vista isométrica del conjunto de contrapeso 130 posicionado en una primera posición de presión 170, y la figura 7 es una vista isométrica del conjunto de contrapeso 130 posicionado en una segunda posición de presión 172. En la primera posición de presión 170 (figura 6), la válvula de control de contrapeso 140, se cierra de forma que no exista presión dentro del cilindro de presión 136, permitiendo por tanto que la gravedad accione el rail 136 y el soporte de herramientas 134 hacia abajo con respecto al conjunto de pistas 110. Por el contrario, en la segunda posición 172 de presión (figura 7) la válvula de control de contrapeso 140 se acciona para proporcionar una presión dentro del cilindro de presión 136 que tiende para accionar el rail 136 y el soporte de la herramienta 134 hacia arriba con respecto al conjunto de las pistas 110.

25 Se apreciará que el cilindro de presión 136 puede ser utilizado para contrapesar el peso de un conjunto de herramientas 160 montadas sobre el conjunto 130 de contrapesado. En algunas realizaciones, el conjunto de herramientas 160 puede montarse por debajo del conjunto de pistas 110, de forma tal que el conjunto de contrapesado 130 tiende a traccionar el conjunto de herramientas 160 hacia el conjunto del bastidor 110. En realizaciones alternativas, el conjunto de herramientas 160 puede montarse por encima del conjunto 110 de pistas de forma que el conjunto de contrapesado 130 tiende a presionar el conjunto de herramientas 160 alejándolo del conjunto de pistas 110.

30 Un conjunto de fabricación puede entonces acoplarse al conjunto 130 de contrapesado para ejecutar un proceso de fabricación sobre la pieza de trabajo 102. Por ejemplo, la figura 8 es una vista isométrica del conjunto de taladrado 160 (figura 3) que se está acoplando con el conjunto de contrapesado 130. Específicamente, la abrazadera de soporte 164 acoplada al dispositivo de taladrado 162 puede acoplarse en forma deslizable sobre el soporte de herramientas 134 por el operario 104, y puede fijarse en una posición, por ejemplo mediante uno o más tornillos de bloqueo 168 (figura 3). En una realización, puede fijarse una plantilla de agujeros 106 (figura 2) en la pieza de trabajo 102 para proporcionar una guía en donde la pluralidad de agujeros 107 tienen que taladrarse en la pieza de trabajo 102 utilizando el conjunto de taladrado 160.

40 Con el conjunto de taladrado 160 (o bien otra herramienta de taladrado) fijado al conjunto de contrapesado, el operario puede ajustar la válvula de control del contrapeso 140 de forma que el soporte de la herramienta 134 se presionará hacia arriba a lo largo del eje Y (figura 7), y de forma que la presión dentro del cilindro de presión 136 haga el contrapesado de una fuerza gravitacional en el conjunto de taladrado 160. En un método preferido de operación, la fuerza de presión ejercida por el cilindro de presión 136 en el soporte de la herramienta 134 equilibrará aproximadamente el peso del conjunto de taladrado 160, tal que el conjunto de taladrado 160 ("flotará" sobre el conjunto de soporte 100, y pudiendo moverse a lo largo del eje Y con una magnitud relativamente pequeña de fuerza aplicada por el operario 104. Así pues, el operario 104 puede posicionar el conjunto de taladrado 160 en una posición deseada a lo largo del eje X por la traslación del conjunto del carro 120 a lo largo del conjunto de pistas 110, y en una posición deseada a lo largo del eje Y por el deslizamiento del rail 136 hacia arriba o hacia abajo con respecto al conjunto del carro 120, con un esfuerzo relativamente pequeño. Por supuesto, en los modos alternativos de operación, la fuerza de presión ejercida por el cilindro de presión 136 puede estar ajustada para que sea menor o mayor que el peso del conjunto de taladrado 160 según lo deseado.

55 En un método alternativo de operación, el conjunto de soporte 100 puede fijarse a la pieza de trabajo 102, y una herramienta de fabricación (por ejemplo, el conjunto de taladrado 160) puede fijarse al conjunto del carro 120 del conjunto de soporte 100. A continuación, el conjunto de taladrado 160 puede estar acoplado con seguridad con la pieza de trabajo 102, tal como por ejemplo, mediante el acoplo de la mordaza 166 del conjunto de taladrado 160 a través del agujero 107 en la pieza de trabajo 102. Con el conjunto de taladrado 160 fijado a la pieza de trabajo 100 el conjunto de soporte 100 puede entonces estar desacoplado de la pieza de trabajo 102, de forma tal que el conjunto de soporte 100 esté soportado por el conjunto de taladrado 160 fijado a la pieza de trabajo 102. El conjunto de soporte 100 puede entonces moverse (o ser trasladado) con respecto al conjunto de taladrado 160 a un punto distinto en la pieza de trabajo 102, con el conjunto de soporte 100 permaneciendo acoplado en forma movable en el conjunto de taladrado 160 durante esta porción del proceso. Con el conjunto de soporte 100 posicionado en un nuevo punto sobre la pieza de trabajo 102, el conjunto de soporte 100 puede reacomplarse con la pieza de trabajo 102, y las operaciones de fabricación con la herramienta de fabricación pueden volver a empezar a lo largo de una nueva sección de la pieza de trabajo 102.

5 En una realización en particular, después que el conjunto de taladrado 160 (o bien otra herramienta de fabricación) esté fijado a la pieza de trabajo 102, y con el conjunto de taladrado 160 acoplado al conjunto 130 de contrapesado 130, la válvula 140 de control de contrapesado del conjunto de contrapesado 130 puede ajustarse para proporcionar una fuerza de presión en una dirección que contrapesa la fuerza gravitacional sobre el conjunto de soporte 100. De esta forma, el conjunto de contrapesado 130 puede utilizarse para asistir al operario 104 en la reposición del conjunto de soporte 100 en la pieza de trabajo 102. En una realización preferida, el conjunto de contrapesado 130 se ajusta a aproximadamente un valor igual a la fuerza de gravitación sobre el conjunto de soporte 100, de forma que cuando el conjunto de soporte 100 se desacople de la pieza de trabajo 102 y se soporte por el conjunto de taladrado 160 fijado en la pieza de trabajo 102, el conjunto de soporte 100 pueda trasladarse fácilmente (por rodadura o por deslizamiento) a través del conjunto del carro 120 similar a un carro sobre una maquina de escribir de un modelo relativamente antiguo.

15 El conjunto de soporte 100 puede proporcionar unas ventajas significativas sobre los aparatos y métodos de la técnica anterior para ejecutar las operaciones de fabricación sobre la pieza de trabajo 102. Debido a que el conjunto de contrapesado puede ajustarse para equilibrar el peso de una herramienta de fabricación, el operario no precisa soportar el peso de la herramienta de fabricación mientras que ejecuta la operación de fabricación. El operario por tanto tiene menos probabilidades de llegar a fatigarse durante la operación de la fabricación, lo cual puede mejorar la satisfacción y el confort durante la ejecución de la operación de la fabricación. Reduciendo la fatiga del operario se puede llegar a mejorar la eficiencia y la precisión mejorada en la realización de la operación de fabricación. Además de ello, reduciendo la fatiga del operario, puede ser especialmente ventajoso para aquellas operaciones de fabricación que requieran un gran número de operaciones utilizando la herramienta de fabricación sobre la pieza de trabajo.

25 El conjunto de soporte 100 puede también mejorar ventajosamente la calidad de las operaciones de fabricación asegurando el posicionado consistente de la herramienta de fabricación con respecto a la pieza de trabajo. Puesto que el conjunto de soporte 100 soporta y controla la orientación de la herramienta de fabricación con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, las operaciones de fabricación pueden llevarse a cabo con más precisión y consistencia. El operario no necesita soportar el peso de la herramienta de trabajo durante la operación de la fabricación. El operario no necesita soportar el peso de la herramienta de fabricación durante la operación de fabricación sino más bien puede permanecer involucrado en el movimiento de la herramienta de trabajo hacia el punto deseado y operar los controles de la herramienta de fabricación para ejecutar la operación deseada. Así pues, la orientación de la herramienta de fabricación con respecto a la superficie de la pieza de trabajo puede no estar afectada por la fatiga o por el nivel de especialización del operario.

35 Además de ello, debido a que los conjuntos de soporte de acuerdo con la presente invención pueden moverse más fácilmente a lo largo de la superficie de la pieza de trabajo, se puede incrementar la velocidad de las operaciones de fabricación. Tal como se ha expuesto anteriormente, con una herramienta de trabajo acoplada a la pieza de trabajo, el conjunto de soporte 100 puede desmontarse de la pieza de trabajo pudiendo moverlo con respecto a la herramienta de trabajo hacia un punto nuevo sobre la pieza de trabajo. En el nuevo punto, el conjunto de soporte puede reacomplarse don la pieza de trabajo, y las operaciones de fabricación pueden permitirse que puedan continuar. El conjunto de contrapesado puede utilizarse para facilitar este proceso proporcionando una fuerza de presión que contrapesa el peso del conjunto de soporte, asistiendo por tanto al operario con la traslación del conjunto de soporte al nuevo punto. Así pues, el aparato y los métodos de acuerdo con la presente invención pueden proporcionar incluso otra mejora en la eficiencia de las operaciones de fabricación.

50 Puede apreciarse que los conjuntos de soporte de acuerdo con la presente invención, incluyendo la realización en particular del conjunto de soporte 100 descrito anteriormente, pueden utilizarse para proporcionar el soporte de contrapesado n una amplia variedad de herramientas de fabricación, y que las enseñanzas de la presente invención no están limitadas a las operaciones de fabricación que incluyan el taladrado. Por ejemplo, los conjuntos de soporte de acuerdo con la presente invención pueden utilizarse para soportar remaches, extractores mecánicos y electromagnéticos, soldadores, llaves mecánicas, pulidoras, pistolas de tornillo, o virtualmente cualquier otro tipo deseado de herramientas de fabricación o instrumentos de medida.

55 Puede apreciarse también que una amplia variedad de realizaciones alternativas de aparatos y métodos pueden concebirse de acuerdo con la presente invención, y que la invención no está limitada al aparato en particular y a los métodos descritos anteriormente y que se muestran en las figuras adjuntas. Por ejemplo, puede apreciarse que el conjunto de pistas 110 y el conjunto del carro 120 pueden eliminarse, y que el conjunto 130 de contrapesado puede simplemente asegurarse directamente a la pieza de trabajo 102 por medio de uno o más conjuntos de fijación (por ejemplo, conjuntos de copas de vacío 114), para permitir las operaciones de fabricación contrapesadas en un punto único sobre la pieza de trabajo 102, o a lo largo de una única línea de puntos sobre la pieza de trabajo 102 que pueden ser paralelas con el eje Y. Además de ello, el conjunto de contrapesado 130 puede modificarse o invertirse con respecto al conjunto del carro 120 de forma que el soporte de la herramienta 134 este posicionado por encima del conjunto de pistas 110, en lugar de por debajo del conjunto de las pistas 110.

65

Además de ello, el conjunto del carro 120 y el conjunto de las pistas 110 puede asumir una amplia variedad de realizaciones alternativas. Por ejemplo, en una realización, el conjunto de contrapesado 130 puede estar acoplado al rail y al conjunto del carro que se muestran en la patente de los EE.UU. número 4850763 de Jack y otros. Incluso en otra realización, el conjunto de contrapesado 130 puede ser utilizado en combinación con cualquiera de los conjuntos del carro y los conjuntos de las pistas expuestas en la solicitud de la patente de los EE.UU. copendiente numero 10/016524, cuya solicitud se incorpora aquí como referencia. Específicamente, la figura 9 es una vista isométrica de una realización alternativa de un conjunto de pistas 210 y un conjunto del carro 220 para utilizar en un conjunto de soporte 200 de acuerdo con otra realización, tal como se expone en la solicitud de patente de los EE.UU. numero 10/016524. Las figuras 10 y 11 son vistas ampliadas superior e inferior isométricas parciales, respectivamente del conjunto de pistas 210 y el conjunto del carro 220 de la figura 9.

Tal como se muestra en las figuras 9-11 el conjunto de pistas 220 incluye un par de raíles 22, 24 a los cuales una pluralidad de dispositivos de fijación, preferiblemente en la forma de un conjunto de copas de vacío 114 (figura 1) están fijados en forma desmontable en intervalos espaciados a lo largo de cada rail. Los raíles 22, 24 preferiblemente tienen un ancho substancialmente mayor que su grosor de forma tal que son más rígidos substancialmente al doblarse alrededor de un eje que se extiende en la dirección del grosor que con respecto a un eje que se extiende en la dirección del ancho. Los raíles 22, 24 están orientados aproximadamente paralelos entre si, aunque la separación lateral entre los raíles 22, 24 puede variar cuando los raíles 22, 24 están montados sobre una superficie de la pieza de trabajo. Preferiblemente, los raíles 22, 24 están fijados en forma rígida entre si en solo un extremo mediante un miembro de conexión 28a, el cual fija la separación lateral entre los raíles en dicho extremo. En otros puntos a lo largo de los raíles 22, 24, la separación entre los raíles 22, 24 puede variar tal como se aprecia en los mismos. Existe otro miembro de conexión 28b en el extremo opuesto de los raíles 22, 24, pero este miembro de conexión 28b puede proporcionar una conexión "flotante" que permita la separación entre los raíles 22, 24 para ajustar según lo necesario dependiendo del contorno de la superficie de la pieza de trabajo 102.

Los anchos de los raíles 22, 24 se extienden substancialmente en forma paralela a la superficie de la pieza de trabajo 102 cuando los conjuntos 114 de las copas de vacío están fijados a la superficie de la pieza de trabajo 102. Debido a que los raíles 22, 24 pueden doblarse fácilmente alrededor de las direcciones en sentido del ancho y para retorcer alrededor de sus ejes longitudinales, los raíles 22, 24 pueden ser flexionados y retorcidos según sea necesario para substancialmente seguir al superficie de la pieza de trabajo 102 y los conjuntos 114 de las copas de vacío 114 y mantener cada rail en una distancia constante substancialmente desde la superficie de la pieza de trabajo 102. De esta forma, las superficies mayores de los raíles 22, 24 pueden ser substancialmente perpendiculares a la normal de la superficie de la pieza de trabajo 102 en cualquier punto a lo largo de cada rail.

Con referencia continuada a las figuras 9-11, montado sobre los raíles 22, 24 se encuentra el conjunto del carro 220 que puede trasladarse a lo largo de los raíles 22, 24 en virtud de los rodillos 32 que están montados sobre un miembro 30 de la primera base del carro 220 y que se acopla a los raíles 22, 24. El miembro 30 de la primera base del conjunto del carro 220 en la realización ilustrada comprende un miembro en forma de una placa. Los rodillos 32 están montados a lo largo de cada uno de los bordes laterales opuestos del primer miembro de la base 30. Más en particular, las placas de resorte 34 y 36 (que se muestran mejor en la figura 11) están fijadas al primer miembro de la base en una superficie inferior en cada uno de los bordes laterales opuestos del primer miembro de la base. Las placas de resorte 34, 36 están fijadas en el primer miembro de la base 30 en los puntos 37 (figura 11) separados hacia dentro desde los extremos opuestos de las placas de resorte 34, 36, tal que cada placa de resorte tiene dos porciones extremas de resorte que se montan en forma de cantilever desde el primer miembro de la base 30. Los rodillos 32 están montados sobre estas porciones extremas en cantilever de las placas de resorte 34, 36. Existen dos rodillos opuestos 32 montados en cada porción extrema en cantilever de las placas de resorte 34, 36. Cada rail 22, 24 está recibido entre los rodillos opuestos 32. Los raíles 22, 24 tienen preferiblemente uno bordes en forma de V acoplados por los rodillos 32, y los rodillos 32 son rodillos con una ranura en V que tienen unas ranuras en forma de V que reciben a los bordes en forma de V de los raíles 22, 24. Los rodillos 32 previenen por tanto el movimiento relativo entre los rodillos 32 y los raíles 22, 24 en la dirección a lo largo de los ejes rotacionales de los rodillos 32, cuyos ejes son substancialmente normales a la superficie de la pieza de trabajo 102.

Las placas de resorte 34, 36 sobre las cuales los rodillos 32 están montados pueden flexionar y retorcer según sea lo necesario (es decir, según lo dictado por el contorno de la superficie de la pieza de trabajo 102 conforme el conjunto del carro 220 atraviesa los raíles 22, 24) para permitir un grado limitado del movimiento relativo entre el primer miembro de la base 30 y los rodillos 30 y los rodillos 32. Esto se facilita haciendo que las placas de resorte 34, 36 sean relativamente estrechas en su parte intermedia y más anchas en sus extremos, de forma que las placas 34, 36 de doblen y se tuerzan preferencialmente aproximadamente en la mitad más bien que en sus extremos en donde los rodillos 32 están montados. Así pues, puede tener lugar un grado limitado de movimiento relativo entre el primer miembro de la base 30 y los raíles 22, 24. El resultado neto es que el conjunto de soporte 200 permite que el conjunto del carro 220 atraviese los raíles 22, 24 a lo largo del eje X (es decir, el eje paralelo a la dirección de longitud de los raíles 22, 24) incluso por los raíles 22, 24 en donde pueden doblarse y retorcerse en formas algo distintas entre si. En efecto, los raíles 22, 24 se conforman al contorno de la superficie de la pieza de trabajo 102 y por tanto en forma próxima a la pieza de trabajo 102 y aproximadamente normal a la superficie en cualquier punto a lo largo del recorrido definido por los raíles 22, 24. En consecuencia, el eje de referencia del conjunto del carro 220 (en la realización ilustrada, un eje normal a la placa del primer miembro de la base 30) se mantiene

substancialmente normal a la superficie de la pieza de trabajo 102 en cualquier posición del conjunto del carro 220 a lo largo de los raíles 22, 24.

5 Tal como se muestra mejor en la figura 9, el bastidor 38 para una configuración de cremallera y piñón están montados a lo largo de la superficie del rail 24 que se enfrenta a la placa del resorte 36, y el conjunto del carro 220 que incluye un primer motor 40 y la caja de engranajes asociada 47 montada sobre la placa de resortes 36. Un eje de salida de la caja de cambios de engranajes 42 tiene un piñón montado, y la placa de resorte 36 incluye una ventana 46 (figura 10) en donde el engranaje del piñón 44 se extiende a través para acoplarse a la cremallera 38 en el rail 24. Así pues, la rotación del piñón 44 por el primer motor 40 acciona el conjunto del carro 220 a lo largo de los raíles 22, 24. Puede apreciarse que el rail 24 tiene la cremallera 38 que comprende un rail de referencia en donde el eje X se posiciona en el conjunto del carro 220. No es necesario intento alguno para determinar o controlar el eje X en su posición del conjunto del carro 220 con respecto al otro rail 22.

15 Para mejorar la precisión de la posición del eje X del conjunto del carro 220, el piñón puede tener una altura constante con respecto a la cremallera 38 en cualquier punto a lo largo del rail de referencia. Para la realización de este control de altura, el eje de rotación del piñón 44 puede situarse preferiblemente en el mismo plano según lo definido por los ejes rotacionales de los dos rodillo 32 montados en el extremo de la placa de resorte 36. Más en particular, los ejes de los rodillos 32 pueden ser substancialmente paralelos entre si y substancialmente normales a la superficie de la pieza de trabajo 102, y el eje del piñón 44 puede ser substancialmente paralelo a la superficie de la pieza de trabajo 102 y que puede estar situado en el plano de los ejes de los rodillos.

25 Tal como se muestra más en las figuras 9-11, el conjunto del carro 220 incluye además un segundo miembro de la base 50 montado en forma deslizable por encima del primer miembro de la base 30, de forma que el segundo miembro de la base 50 pueda deslizarse hacia atrás y hacia delante a lo largo de una perpendicular en la dirección del eje Y, perpendicular a la dirección del eje X. Más en particular, los raíles 52, 54 están fijados a los bordes opuestos del primer miembro de la base 30, y los rodillos 56 están montados en el segundo miembro de la base 50 para acoplarse a los raíles 52, 54. La cremallera 58 para una configuración de cremallera y piñón está fijada al primer miembro de la base 30 a lo largo del borde del mismo adyacente al rail 54 (véase la figura 10). Un segundo motor 60 y una caja de velocidades asociada 62 están montados en la placa 64 que está fijada al segundo miembro de la base 50 adyacente a la cremallera 58. La placa 64 incluye una ventana a su través, y el eje de salida de la segunda caja de velocidades 62 se extiende a través de la ventana y acciona un piñón 66 que se acopla a la cremallera 58. Así pues, la rotación del piñón 66 por el segundo motor 60 acciona el segundo miembro de la base a lo largo de los raíles 52, 54 en la dirección del eje Y.

35 Durante el funcionamiento, el conjunto de contrapesado 130 descrito anteriormente con referencia a las figuras 1-8 puede acoplarse al segundo miembro de la base 50 del conjunto del carro 220 que se muestra en la figura 9, con el rail 132 alineado con el eje Y, y una herramienta de fabricación puede acoplarse al conjunto de contrapesado 130. Las operaciones de fabricación asistidas por contrapesado pueden entonces ejecutarse substancialmente de acuerdo con los procedimientos y los métodos descritos anteriormente. El movimiento del conjunto del carro 220 a lo largo del eje X puede estar provisto por una combinación de fuerzas aplicada por el operario 104 y/o por el primer motor 40. De forma similar, el posicionamiento de la herramienta de fabricación a lo largo del eje Y puede proporcionarse por una combinación de fuerzas aplicadas por la operación 104 y/o el segundo motor 60. En las realizaciones adicionales, el posicionamiento aproximado de la herramienta de fabricación puede proporcionarse por el primer y segundo motores 40, 60, y el posicionamiento de precisión puede proporcionarse por el operario 104, o viceversa. Así pues, las ventajas antes descritas del aparato y de los métodos de acuerdo con la presente invención, pueden conseguirse utilizando un conjunto de carro que tenga uno o varios motores que proporcionen la fuerza de accionamiento para el posicionamiento de la herramienta de fabricación.

50 Las figuras 12 y 13 son vistas isométricas de un conjunto de fabricación 300 para ejecutar las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo contorneada 302 de acuerdo con incluso otra realización de la invención. En esta realización, el conjunto de fabricación 300, el conjunto de pistas 310, el conjunto del carro 320 acoplado en forma movable al conjunto de pistas 310, y un conjunto de contrapesado 330 acoplado al conjunto del carro 320. Muchos de los detalles del conjunto de fabricación 300 son similares a las realizaciones descritas anteriormente. En consecuencia, en aras de la brevedad, muchos de los detalles del conjunto de fabricación 300 son similares o idénticos a las realizaciones antes descritas.

60 Tal como se muestra mejor en la figura 12, el conjunto de contrapesado 330 incluye un motor 332 que acciona un miembro de acoplamiento 334, que a su vez se acopla con el conjunto de las pistas 310. Más específicamente, en la realización mostrada en la figura 12, el miembro de acoplamiento 334 es un engranaje con una cremallera 314 formada en una vigueta 312 del conjunto de pistas 310. El conjunto de herramientas 360 está acoplado al conjunto del carro 320 y para ejecutar una operación de fabricación en la pieza de trabajo 302. En las realizaciones alternativas, el motor 332 puede ser un motor de par constante, un motor de fuerza constante, un motor de par variable, un motor de corriente constante, o bien cualquier otro motor adecuado. En una realización en particular, el motor 332 es un servomotor eléctrico.

65

Tal como se muestra en la figura 13, en funcionamiento, el conjunto de pistas 310 puede estar fijado a la pieza de trabajo contorneada 302, tal que las fuerzas gravitacionales tiendan a traccionar del carro y los conjuntos de herramienta 320, 360 a lo largo de la longitud del conjunto de pistas 310 en una dirección 370 generalmente hacia abajo. El conjunto de contrapesado 330, sin embargo, puede compensar las fuerzas gravitacionales contra las fuerzas gravitacionales en una dirección generalmente hacia arriba 372, reteniendo por tanto el conjunto del carro 320 y el conjunto de las herramientas 360 en una estación deseada en una estación deseada en la pieza de trabajo 302. Preferiblemente, el conjunto de contrapesado 330 puede resistir las fuerzas gravitacionales ejercidas sobre el conjunto del carro 320 y el conjunto de herramientas 360 no obstante puede permitir que el conjunto del carro 320 pueda moverse por la aplicación manual de fuerza en el conjunto de fabricación 300 por un operario al posicionar el conjunto de herramientas 360 en una posición deseada para ejecutar la operación de fabricación.

El conjunto de fabricación 300 que se muestra en las figuras 12 y 13 puede proporcionar las ventajas antes observadas de una reducida fatiga del operario y una producción mejorada de la fabricación, utilizando un conjunto 330 de contrapesado basado en un motor. Debido a que el motor 332 contrapesa las fuerzas gravitacionales en la dirección hacia abajo 370, el operario no está obligado a ejercer una fuerza manual en el conjunto de fabricación para impedir que el conjunto del carro 320 pueda rodar hacia abajo del conjunto de pistas 310 durante el posicionamiento o bien durante la realización de la operación de fabricación. Así mismo, el conjunto de contrapesado 330 utiliza el motor 332, el cilindro de contrapesado y las líneas neumáticas asociadas y la bomba podrían eliminarse.

Se observará que en el conjunto de soporte 100 descrito anteriormente con respecto a las figuras 1-8, el cilindro de presión podría ser reemplazado con un motor y un dispositivo de acoplamiento similar a la realización del conjunto de fabricación 300 mostrado en las figuras 12 y 13. Así pues, un conjunto de contrapesado basado en un motor podría ser implementado para contrapesar las fuerzas de accionamiento a lo largo del eje longitudinal del conjunto de pistas (figuras 12 y 13) o bien en forma transversal al eje longitudinal del conjunto de pistas (figuras 1-8). De esta forma, el conjunto de fabricación 300 demuestra que los conjuntos de contrapesado de acuerdo con la presente invención pueden implementarse utilizando una amplia variedad de dispositivos de contrapesado, y pudiendo utilizarse para contrapesar las fuerzas de accionamiento a lo largo o bien transversalmente al eje longitudinal del conjunto de pistas. En realidad, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse para contrapesar las fuerzas en substancialmente cualquier dirección con respecto al conjunto de pistas para asistir al operario en las operaciones de fabricación, y para mejorar el rendimiento de una amplia variedad de distintas operaciones en las piezas de trabajo que tengan substancialmente unas superficies substancialmente planas o bien unas superficies contorneadas complejas.

Operaciones de fabricación utilizando sistemas de soporte de fuerzas opuestas.

La figura 14 es una vista isométrica frontal de un conjunto de fabricación 400, que tiene un conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas para ejecutar las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo 402 de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, el conjunto de fabricación 400 incluye un conjunto de pistas 410 que se monta en la pieza de trabajo 402, y un conjunto de carro 420 acoplado en forma movable al conjunto de pistas 410. El conjunto de herramientas 450 (por ejemplo, un conjunto de taladrado) está acoplado operativamente al conjunto del carro 420 de forma tal que el conjunto de herramientas 450 pueda acoplarse con la pieza de trabajo. Tal como se muestra en la figura 14, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas está acoplado al conjunto del carro 420 y está fijado en forma desmontable a la pieza de trabajo 402. Debido al conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas que puede soportar la pieza de trabajo 402 durante las operaciones de fabricación, el conjunto de fabricación 400 puede reducir ventajosamente o bien eliminar las deflexiones de la pieza de trabajo 402, y pudiendo mejorar la eficiencia de la operación de fabricación, tal como se describirá más en su totalidad más adelante.

Las figuras 15 y 16 son las vistas isométricas posterior e inferior, respectivamente, del conjunto de fabricación 400 de la figura 14. En esta realización, el conjunto de pistas 410 incluye un par de viguetas 412, en donde cada par 412 está equipado con una pluralidad de conjuntos de copas de vacío 414. Los conjuntos 414 de copas de vacío 414 están acoplados en forma fluida a una o más líneas de vacío 416 que conducen a una fuente de vacío 418 (no mostrada) tal como una bomba de vacío o similar, de forma tal que pueda aplicarse el vacío en forma controlable a (o eliminarlo) en los conjuntos 414 de las copas de vacío durante por ejemplo el montaje, reposicionado, y eliminación del conjunto de pistas 410 hacia y desde la pieza de trabajo 402. Los conjuntos 414 de las copas de vacío son de construcción conocida y pueden ser del tipo expuesto, por ejemplo, en la patente de los EE.UU. numero 6467385 B1 de Buttrick y otros, o en la patente de los EE.UU. numero 6210084 B1 de Banks y otros. En unas realizaciones alternativas, los conjuntos 414 de copas de vacío pueden reemplazarse con otros tipos de conjuntos de fijación, incluyendo los conjuntos de fijación magnética, pernos o bien otros miembros de fijación roscados, o bien cualesquiera conjuntos de fijación adecuados.

Con referencia continua a las figuras 14-16, el conjunto del carro 420 incluye un carro 422 de eje X (o primero) y un carro 424 de eje Y (o segundo). El carro 422 de eje X incluye un miembro de base 426 que tiene una pluralidad de rodillos 428 que se acoplan en forma enrollada a los bordes de las viguetas 412. Así pues, el carro 422 de eje X puede trasladarse hacia atrás y hacia delante a lo largo de las viguetas 412 a lo largo del eje X que está alineado con los ejes longitudinales de las viguetas 412. En realizaciones alternativas, los rodillos 428 pueden reemplazarse con rodamientos de carros, engranajes, miembros deslizantes, ruedas de goma, o bien otros dispositivos de

acoplamiento adecuados. En una realización en particular, los rodillos 428 pueden reemplazarse con engranajes de piñón que se acoplan a una porción de la cremallera en una o en ambas viguetas 412. Tal como se muestra en la figura 15, el carro 422 de eje X incluye además un primer motor de accionamiento 430 que está acoplado operativamente a un primer engranaje 432. En esta realización, el primer engranaje 432 se proyecta a través del miembro base 426 y que se acopla con unas aberturas de accionamiento en una de las viguetas 412. El controlador 434 está posicionado sobre el carro 422 y está acoplado operativamente en el carro 422 de eje X y está acoplado operativamente al primer motor de accionamiento 430.

De forma similar, el carro 424 de eje Y incluye un miembro de soporte 436 acoplado en forma deslizante a una ranura 438 dispuesto en el miembro de base 526 del carro 422 de eje X (figura 14). El segundo motor 440 de accionamiento está fijado al carro 422 de eje X y al miembro de soporte 436, y está acoplado también operativamente al controlador 434. Tal como se muestra en la figura 14, en esta realización el segundo motor de accionamiento 440 acciona un eje (o tornillo) 442 que acopla una tuerca de bola 444 acoplada al miembro de soporte 436. Así pues, el segundo motor 440 de accionamiento puede accionar el miembro de soporte 436 de carro 424 del eje Y a lo largo de un eje Y orientado transversalmente al eje X.

Tal como se muestra mejor en la figura 14, el conjunto de herramientas 450 está acoplado al miembro de soporte 436 del carro 424 del eje Y, y puede acoplarse operativamente al controlador 434. En esta realización, el conjunto de herramientas 450 incluye un módulo 452 de un husillo de taladrado, y un pie de presión 454 (figura 16) que es acoplable controladamente con la pieza de trabajo 402 durante una operación de taladrado. El módulo 452 del husillo de taladrado es acoplable de forma controlada por medio de la pieza de trabajo 402 a lo largo del eje Z que está alineado aproximadamente con un normal local a la pieza de trabajo 402. El módulo 452 del husillo de taladrado puede ser cualquier dispositivo conocido de taladrado adecuado para poder ejecutar las operaciones de taladrado, incluyendo a los dispositivos de taladrado disponibles comercialmente procedentes de Cooper Tools, Ins. De Lexington, Carolina del Sur, West COAST Industries, Inc. de Seattle, Washington, Recoules, S.A. de Ozoir-la-Ferriere, Francia, o bien de Global Industrial Technologies, Inc. de Dallas, Texas.

Las figuras 17 y 18 son vistas isométricas ampliadas frontal y posterior, respectivamente, del conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas del conjunto de fabricación 400 de la figura 14. En esta realización, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas incluye un accionador 462 de amordazamiento que tiene un pasador 464 que es acoplable con la pieza de trabajo 402. Un primer accionador 466 (o de eje Y) está acoplado a un accionador de mordaza 462, y a una primera placa de base 468, y siendo extensible a lo largo del eje Y. La primera placa de base 468 está acoplada en forma deslizante a un par de primeros raíles auxiliares 470 montados sobre una segunda placa de base 472. De forma similar, la segunda placa de base 470 está acoplada en forma deslizante a unos segundos raíles 474 montados sobre el carro 422 de eje X. Tal como se muestra mejor en la figura 18, los primeros raíles auxiliares 470 son aproximadamente paralelos con el eje X, y los segundos raíles 474 auxiliares son aproximadamente paralelos con el eje Z. Un segundo accionador 476 (o eje X) está acoplado entre la primera placa de base 472, y es extensible a lo largo del eje X. Un tercer accionador 478 (o eje X) está acoplado entre la segunda placa base 472 y el carro 422 del eje X, y es extensible a lo largo del eje Z. El primero, segundo y tercer accionadores 466, 476, 478 pueden acoplarse operativamente al controlador 434. Así pues, el primero, segundo, y tercer accionadores 466, 476, 478 pueden utilizarse para posicionar de forma controlable el pasador 464 de amordazado del conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas en un punto deseado a lo largo del eje Y, del eje X, y del eje Z, respectivamente.

Se apreciará que el actuador 462 de amordazado puede ser del cualquier tipo de accionador adecuado, incluyendo un accionador hidráulico, neumático, o accionado eléctricamente. De forma similar, el primero, segundo y tercer accionadores 466, 476, 478 pueden ser hidráulicos, neumáticos, eléctricos, o cualquier otro tipo adecuado de accionadores. En una realización en particular, el primero, segundo, y tercer accionadores 466, 476, 478 son los denominados como de "retorno al inicio" que están acoplados mediante una o mas líneas de suministro neumáticas 479 (figuras 17 y 18) a una fuente de aire presurizado (no mostrado).

Durante la operación, el conjunto de fabricación 400 puede montarse sobre la pieza de trabajo 402 y el vacío puede suministrarse a los conjuntos de vacío 414, fijando por tanto el conjunto de pistas 410 en una posición deseada. El agujero 403 puede formarse en la pieza de trabajo 402 en cualquier forma deseada, tal como durante la fabricación de la pieza de trabajo 402, o bien utilizando el conjunto de herramientas 450 o bien otro dispositivo de taladrado. A continuación, el pasador de amordazado 464 puede posicionarse en el agujero 403. El posicionamiento del pasador de mordaza 464 en el agujero 403 puede llevarse a cabo en una amplia variedad de formas. Por ejemplo, la posición del pasador de mordaza 464 a lo largo del eje X puede acompañarse mediante el posicionamiento controlable del carro 422 del eje X utilizando el primer motor de accionamiento 430, o posicionando de forma controlable una primera placa base 468 a lo largo de los primeros raíles 470 utilizando el segundo accionador 476, o por una combinación de ambos métodos. De forma similar, la posición del pasador 464 de mordaza a lo largo del eje Y pueden llevarse a cabo de forma controlable posicionando el carro 424 del eje Y utilizando el segundo motor 440 de accionamiento, o bien de forma controlable accionado el primer accionador 466 o ambos. Finalmente, la posición del pasador 464 de amordazado a lo largo del eje Z que puede realizarse por el posicionamiento controlable de la segunda placa 472 a lo largo de los segundos raíles auxiliares 470 utilizando el tercer accionador 478. En una realización en particular, los carros del eje X y del eje Y 422 y 424 se utilizan para ejecutar el posicionamiento

aproximado a gran escala, y el segundo y primer accionadores 476, 466 que se utilizan para proporcionar un posicionamiento más de precisión, relativamente a pequeña escala de la unidad 464 de amordazado a lo largo de los ejes X y ejes Y, respectivamente.

5 El posicionamiento anteriormente descrito del conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas, puede realizarse en una forma automatizada o semiautomatizada, utilizando el controlador 434 equipado con métodos y algoritmos
 10 computerizados controlados numéricamente (CNC). Alternativamente, el posicionamiento puede ejecutarse manualmente por un operador, tal como por ejemplo mediante la inhabilitación temporal o neutralización de los motores antes mencionados y accionadores de los conjuntos del carro y de la mordaza 420, 460, para permitir que el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas se posicionen manualmente.

Con referencia adicional a las figuras 14, 18, después de posicionar el pasador 464 dentro del agujero 403, el accionador 462 de mordaza puede accionarse para asegurar con firmeza el pasador 464 dentro del agujero 403, fijando por tanto la posición del conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas con respecto a la pieza de trabajo 402.
 15 Después de que el conjunto 450 de herramientas pueda utilizarse para ejecutar las operaciones de fabricación sobre la pieza de trabajo 402, el conjunto de herramientas 450 puede utilizarse para ejecutar las operaciones de fabricación en la pieza de trabajo 402. Específicamente, en la realización mostrada en las figuras 14-16, el modulo 452 del husillo de taladrado puede operarse para taladrar uno o más agujeros adicionales 403 en la pieza de trabajo 402. Por ejemplo, los agujeros adicionales 403 pueden ser creados por el posicionamiento controlable del conjunto
 20 de herramientas 450, utilizando el conjunto del carro 420 en una forma automatizada o semiautomática utilizando el controlador 434 y los métodos y algoritmos convencionales CNC. Debido a que el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas esta fijado en forma movable al conjunto del carro 420, el conjunto del carro 420 puede utilizarse para reposicionar el conjunto de herramientas 450, sin desmontar el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas de la pieza de trabajo 402. Así pues, con el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas fijado a la pieza de trabajo 402, el conjunto de herramientas 450 puede ser reposicionado en una pluralidad de puntos deseados en la pieza de
 25 trabajo 402 para ejecutar las operaciones de fabricación.

Después de que se hayan ejecutado una o más operaciones de fabricación en la pieza de trabajo 402, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas pueden desmontarse de la pieza de trabajo 402 por la desactivación del accionador 462 de amordazado, y retirando el pasador 464 de amordazado del agujero 403. Si se desea, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas puede entonces reposicionarse en un nuevo punto, y puede asegurarse de nuevo a la pieza de trabajo 402 por la inserción del pasador 464 de amordazado en un agujero diferente 403 (tal como uno de los agujeros recién formados y accionando el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas de la forma descrita anteriormente. Con el conjunto de soporte 460 de fuerzas opuestas fijado a la pieza de trabajo 402 en la nueva localización, las operaciones de fabricación adicionales pueden llevarse a cabo en la pieza de trabajo 402 según lo deseado.
 30

Los conjuntos de fabricación que tengan sistemas de soporte opuestos de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención pueden mejorar la calidad de las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo. Debido a que el conjunto de soporte 460 de fuerzas opuestas soporta la pieza de trabajo durante la aplicación de las fuerzas sobre la pieza de trabajo por el conjunto de herramientas 450, la pieza de trabajo 402 puede probablemente tener menos posibilidades de doblarse o reflexionarse durante el proceso de fabricación, especialmente para las piezas de trabajo delgadas o relativamente flexibles. Puesto que las deflexiones de la pieza de trabajo 402 pueden reducirse o eliminarse, la orientación del conjunto de herramientas 450 con respecto a la pieza de trabajo 402 puede mantenerse más fácilmente por el conjunto del carro 420. Así pues, las operaciones de fabricación pueden ser más precisas y dirigidas consistentemente utilizando el conjunto de fabricación 400. Debido a que las operaciones de fabricación pueden ser más precisas y consistentes, los costos asociados con la inspección y el re-mecanizado de la pieza de trabajo 402 durante la operación de fabricación podrán reducirse.
 40

El conjunto de fabricación 400 tiene el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas puede mejorar también la velocidad a la que se ejecutan las operaciones de fabricación. Debido a que el conjunto 460 proporciona un soporte de oposición de fuerzas opuestas, se proporciona un soporte de oposición a la pieza de trabajo 402 durante las operaciones de fabricación, en donde el conjunto de herramientas 450 puede aplicarse con una fuerza mayor a la pieza de trabajo 402. De esta forma, la velocidad con la cual puede incrementarse las operaciones de fabricación se ejecutan podrá incrementarse, y de forma eficiente y mejorando el rendimiento de las operaciones de fabricación.
 50

Se observará que pueden concebirse una amplia variedad de realizaciones adecuadas de los conjuntos 460 de soporte opuesto, de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Por ejemplo, se conocen una variedad de pasadores de mordaza 464 y accionadores de mordaza 462, que pueden utilizarse para fijar con seguridad el conjunto 460 de soporte de las fuerzas opuestas a la pieza de trabajo 402, incluyendo por ejemplo un dispositivo de collar del tipo expuesto en general en la patente de los EE.UU. numero 4396318 de Jensen y otros, la patente numero 5395187 de Slesinski y otros, y la patente de los EE.UU. numero 6036409 de Rissler, o bien un dispositivo de mordaza del tipo generalmente expuesto en la patente de los EE.UU. numero 5482411 de McGlasson, y la patente de los EE.UU. numero 6283684 B1 de Jarvis. En una realización alternativa, el agujero 403 puede ser un agujero roscado, y el pasador 464 de mordaza puede ser un miembro roscado que está acoplado en forma roscada al agujero roscado 403. En las realizaciones adicionales, el pasador de mordaza 464 y el accionador de mordaza
 60
 65

- 5 462 pueden reemplazarse por otros dispositivos de seguridad adecuados, incluyendo uno o más de los conjuntos 414 de las copas de vacío antes mencionadas 414, imanes, o bien otros aparatos electromagnéticos, o bien otros aparatos electromagnéticos, tales como por ejemplo un aparato que ejerce una fuerza en una pieza de trabajo de una forma similar al aparato extractor disponible comercialmente a partir de Electroimpact, Inc de Everett, Washington.
- 10 Puede también apreciarse que los conjuntos de fabricación de acuerdo con la presente invención, incluyendo la realización en particular del conjunto de fabricación 400 antes descritos, pueden utilizarse para proporcionar soporte a una amplia variedad de herramientas de fabricación, y que las enseñanzas de la presente invención no están limitadas simplemente a las operaciones de fabricación que incluyen los taladros. Por ejemplo, los conjuntos de fabricación que tienen un soporte de oposición de acuerdo con la presente invención pueden utilizarse para soportar remaches, extractores electromagnéticos, soldadores, llaves mecánicas, mordazas, pulidoras, pistolas de tornillos, o virtualmente cualquier otro tipo de herramientas de fabricación o bien instrumentos de medida.
- 15 Puede apreciarse también que una amplia variedad de realizaciones alternativas de los aparatos y los métodos pueden concebirse de acuerdo con la presente invención, y que la invención no está limitada al aparato en particular y a los métodos descritos anteriormente y que se muestran en las figuras adjuntas. Por ejemplo, puede observarse que el conjunto del carro 420 y el conjunto de las pistas 410 puede incluir una amplia variedad de realizaciones alternativas. Por ejemplo, en una realización, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas puede acoplarse al rail y al conjunto de los carros expuestos en la patente de los EE.UU. número 4850763 de Jack y otros. En otra realización incluso, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas puede utilizarse en combinación con cualquiera de los conjuntos de los carros y conjuntos de pistas expuestos en la solicitud de la patente de los EE.UU. número 10/016524 copendiente en propiedad común.
- 20 Específicamente, en una realización alternativa, los sistemas de soporte de fuerzas opuestas pueden utilizarse en combinación con el conjunto de pistas 210 y el conjunto del carro 220 descrito anteriormente con referencia a las figuras 9-11. Más específicamente, tal como se muestra en la figura 9, montado encima del carro de eje Y se encuentra un conjunto 70 de un anillo de mordaza. El conjunto 70 del anillo de fijación puede utilizarse para soportar y fijar un conjunto de herramientas 450, tal como el modulo 452 del husillo de taladrado descrito anteriormente. El conjunto de la herramienta 450 puede extenderse a través de una ventana en el carro 50 del eje Y (visible en la figura 10), y por una ventana en el carro 30 del eje X (visible en la figura 11) que está alargado en la dirección del eje Y. El eje del conjunto 450 de herramientas puede ser aproximadamente paralelo al eje Z, y por tanto puede ser substancialmente normal a la pieza de trabajo 402.
- 25 Durante el funcionamiento, el conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas descrito anteriormente con referencia a las figuras 14-18, puede estar acoplado al conjunto del carro 220 mostrado en las figuras 9-11 de cualquier forma adecuada, y un conjunto 450 de las herramientas de fabricación 450 que pueden acoplarse al conjunto del carro 220 (por ejemplo, el conjunto 70 del anillo de fijación). Las operaciones de fabricación pueden entonces ejecutarse substancialmente de acuerdo con los procedimientos y métodos anteriormente descritos. El movimiento del conjunto del carro 220 a lo largo del eje X puede estar provisto con una combinación de fuerzas aplicadas por el operario 404 y/o por el primer motor 40. De forma similar, el posicionamiento de la herramienta de fabricación a lo largo del eje Y puede estar provisto por una combinación de fuerzas aplicadas por la operación 404 y/o por el segundo motor 60. En las realizaciones adicionales, el posicionamiento basto de la herramienta de fabricación puede proporcionarse por el primero y segundo motores 40, 60, y el posicionamiento preciso puede proporcionarse por el operario 404, o viceversa. Así pues, las ventanas anteriormente descritas pueden conseguirse utilizando unas realizaciones alternativas de conjuntos de pistas y conjuntos de los carros para crear realizaciones adicionales de los conjuntos de fabricación de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.
- 30 Operaciones de fabricación utilizando miembros de pistas que tengan un bastidor de eje neutro.
- 35 Con referencia de nuevo a las figuras 14 y 15, en esta realización, el conjunto de pistas 410 incluye un par de viguetas flexibles 412, en donde cada vigueta 412 tiene un bastidor 480 formada integralmente. Tal como se describe más en su totalidad más adelante, los bastidores 480 formados integralmente pueden proporcionar un control de posición mejorado del conjunto del carro 420, mejorando por tanto la calidad de las operaciones de fabricación de la pieza de trabajo 402.
- 40 Tal como se muestra además en las figuras 19-21, el bastidor 480 incluye además una pluralidad de aberturas 488 formadas integralmente en el rail 412a a lo largo del eje neutro 486 del rail 412a, a lo largo del eje neutro 486 del rail 412a. En otras palabras, una línea de paso del bastidor 480 se extiende a lo largo y al menos coincide aproximadamente con el eje neutro 486 del rail 412. Los puentes 490 se forman entre cada par de aberturas sucesivas 488. Tal como se muestra mejor en la figura 19, los dientes 435 del primer engranaje motriz 432 están acoplados al menos parcialmente en las aberturas 488 y contra los puentes 490 del bastidor 480.
- 45 La figura 22 es una vista en sección transversal lateral ampliada de una porción del rail 412a tomada a lo largo de la línea A-A de la figura 21. Tal como se muestra en la figura 22, en esta realización, las aberturas 488 son cónicas a lo largo del eje rígido 482 de forma tal que las aberturas 488 son más anchas en la superficie superior del rail 412a, y más estrechas en una superficie inferior 489 del rail 412a. En un aspecto, las aberturas 488 son cónicas de una

5 forma en cuña (o en dos dimensiones). En un aspecto alternativo, las aberturas 488 son parcialmente cónicas (o en tres dimensiones). Tal como se muestra además en la figura 22, las aberturas 488 pueden ser cónicas para adaptarse íntimamente al perfil de los dientes 435 del engranaje motriz 432. En una realización en particular, el grosor del rail 412 es igual a la longitud del diente 435 del engranaje motriz 432 (figura 22). Debido a que la línea de paso del bastidor 480 al menos coincide aproximadamente con el eje neutro 486, el bastidor 480 permanece alineado a lo largo del eje neutro 486 durante el doblado y flexionado del rail 412a sobre la pieza de trabajo 402. Así pues, los dientes 435 del engranaje motriz 432 puede permanecer más positivamente acoplado con el bastidor 480 conforme el conjunto 420 del carro se acciona sobre el conjunto de las pistas 410, incluso cuando los raíles 412 se retuercen y se flexionan sobre las superficies contorneadas.

10 Se observará que el bastidor 480 puede formarse integralmente con el rail 412 utilizando cualquier técnica de fabricación deseada. Por ejemplo, el bastidor 480 puede formarse en el rail 412 después de que el rail 412 se haya formado, tal como mediante rectificación, taladrado, curvado, o bien utilizando cualesquiera métodos adecuados. Alternativamente, el bastidor 480 puede formarse simultáneamente con la formación del rail 412, tal como mediante la fundición, estampado o prensado.

15 Durante las operaciones, el conjunto de fabricación 400 puede estar montado sobre la pieza de trabajo 402, y el vacío puede proporcionarse a los conjuntos de vacío 414, asegurando por tanto el conjunto de pistas 410 en una posición deseada. El conjunto del carro 420 puede entonces moverse a una posición deseada a lo largo del conjunto de pistas 410, de forma que el conjunto de herramientas 450 pueda utilizarse para ejecutar las operaciones de fabricación sobre la pieza de trabajo 402. El controlador 434 puede transmitir las señales de control al primer motor motriz 430, haciendo rotar el primer engranaje motriz 432 el cual se acopla con el bastidor 480 formado integralmente en el rail 412a. Tal como se muestra mejor en la figura 22, los dientes 435 del primer engranaje motriz 432 puede acoplarse parcial o totalmente en las aberturas 488 y puede ejercer una fuerza motriz contra los puentes 490 de las pistas 480, accionando por tanto el conjunto del carro 420 a lo largo de los raíles 412 hasta que el conjunto del carro 420 alcance la posición deseada.

20 Puede observarse que el posicionamiento del conjunto del carro 420 en el conjunto de pistas 410, y el posicionamiento y acoplo del conjunto de soporte de fuerzas opuestas 460 y el conjunto 450 de herramientas con respecto a la pieza de trabajo 402 puede llevarse a cabo en forma de automatizada o semiautomatizada utilizando el controlador 434 equipado con métodos y algoritmos controlados numéricamente por ordenador (CNC). Alternativamente, el posicionamiento puede ejecutarse manualmente o en forma parcial por un operario, tal como por ejemplo teniendo el operario las entradas de control manual para el controlador 434, o bien inhabilitando temporalmente o bien neutralizando los motores mencionados y los accionadores del conjunto del carro y los conjuntos de amordazado 420, 460 para permitir el movimiento manual.

30 A continuación, el pasador de mordaza 464 puede posicionarse en un agujero 403, y en donde el accionador 462 de amordazado puede accionarse, para acoplar con seguridad la unidad de amordazado 464 dentro del agujero 403, fijando por tanto la posición del conjunto 460 de soporte de fuerzas opuestas con respecto a la pieza de trabajo. El conjunto de herramientas 450 puede ser entonces empleado para la ejecución de las operaciones de fabricación sobre la pieza de trabajo 402. Específicamente, en la realización mostrada en las figuras 14 y 15, el modulo 452 del husillo de taladrado puede estar operado para taladrar uno o más agujeros adicionales 403 en la pieza de trabajo 402. Al igual que el conjunto del carro 420, el conjunto de herramientas 450 puede estar controlado y operado en una forma automatizada o semiautomatizada utilizando el controlador 434 y los métodos y algoritmos CNC convencionales.

35 Los conjuntos de fabricación que tienen bastidores formados integralmente de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención pueden mejorar ventajosamente la calidad de las operaciones de fabricación en una pieza. Debido a que la cremallera 480 está formada integralmente con el rail 412 con la línea de paso del bastidor 480 al menos alineada aproximadamente con el eje neutro 486 del rail 412, los dientes 435 del engranaje motriz 432 permanece en un acoplamiento positivo con el bastidor 480 incluso cuando el rail 412 se flexiona y se retuerce sobre las superficies contorneadas. El bastidor 480 formado integralmente puede permitir ventajosamente un posicionamiento más preciso del conjunto del carro 420 del conjunto 410 del bastidor, y por tanto, un posicionamiento más preciso del conjunto de herramientas 450 sobre la pieza de trabajo. El conjunto de fabricación 400 puede proporcionar por tanto una precisión y consistencia de las operaciones de fabricación en comparación con los conjuntos de fabricación de la técnica anterior. Debido a que las operaciones de fabricación pueden ser más precisas y ejecutadas en forma consistente, los costos asociados con la inspección y el re-mecanizado de la pieza de trabajo 402 durante la operación de fabricación pueden reducirse.

50 El conjunto de fabricación 400 que tiene el conjunto del bastidor 410 de acuerdo con la invención puede también mejorar la velocidad con la cual las operaciones de fabricación pueden ejecutarse. Debido a que el bastidor 480 formado integralmente del conjunto del bastidor 410 puede proporcionar un control de posición mejorado 450 durante las operaciones de fabricación, el conjunto 450 de herramientas puede posicionarse y operarse con menos retardos relativos para la posición, comprobación y ajuste de la posición, y la necesidad de reparar y remecanizar las operaciones de fabricación (por ejemplo, re-mecanizado de los agujeros, etc.) De esta forma, la velocidad con la

60

65

cual se ejecutan las operaciones de fabricación pueden incrementarse, y pudiendo mejorar la eficiencia, y el rendimiento de las operaciones de fabricación.

5 Se apreciará que los conjuntos de fabricación de acuerdo con la presente invención, incluyendo la realización en particular del conjunto de fabricación 400 descrito anteriormente, puede utilizarse para proporcionar el soporte en una amplia variedad de herramientas de fabricación, y que las enseñanzas de la presente invención no están limitadas simplemente a las operaciones de fabricación que incluyen el taladrado. Por ejemplo, los conjuntos de fabricación que tienen conjuntos de soporte de oposición de acuerdo con la presente invención pueden utilizarse para soportar remachadores de soporte, extractores mecánicos y electromagnéticos, soldadores, llaves mecánicas, mordazas, pistolas de tornillos, enrutadores, desgrasadores, arandelas, herramientas de rebabas, láseres, aplicadores de cintas, o bien virtualmente cualesquiera otros tipos de herramientas de fabricación o bien instrumentos de medida.

10 Puede apreciarse también que pueden concebirse una amplia variedad de realizaciones alternativas de aparatos y métodos de acuerdo con la presente invención, y que la invención no está limitada al aparato y métodos en particular antes descritos y que se muestran en las figuras adjuntas. Por ejemplo, puede observarse que el conjunto del carro 420 y el conjunto de pistas 410 puede asumir una amplia variedad de realizaciones alternativas. Por ejemplo, en las realizaciones alternativas, puede utilizarse un bastidor formado integralmente 480 de acuerdo con la exposición presente, en combinación con cualquiera de los conjuntos del carro y los conjuntos de pistas expuestos en la solicitud copendiente de propiedad común de la patente número 10/016524.

Operaciones de fabricación con utilización de una detección de posición sin contacto.

15 La figura 23 es una vista en alzado frontal de un conjunto de fabricación 500 que tiene un conjunto 540 sensor de posición, de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, el conjunto de fabricación 500 incluye un conjunto de pistas 510 fijable a una pieza de trabajo 20, y un conjunto de carro 520 acoplado en forma movable al conjunto de pistas 510. El controlador 530 está acoplado operativamente al conjunto 540 del sensor de posición y al conjunto del carro 520. Tal como se describe más en su totalidad más adelante, el conjunto de fabricación 500 tiene el conjunto 540 del sensor de posición que puede mejorar ventajosamente la precisión y la eficiencia de las operaciones de fabricación en la pieza de trabajo 24.

20 La figura 24 es una vista isométrica superior del conjunto de pistas 510 y el conjunto del carro 520 de la figura 23 con el conjunto del sensor de posición 540 eliminado. En esta realización, el conjunto del carro 510 y el conjunto del carro 520 son substancialmente similares al conjunto de las pistas y del carro antes descritos con respecto a las figuras 9-11. Por tanto, en aras de la brevedad, solo las diferencias significativas 23 y 24 se describirán a continuación.

25 La figura 25 es una vista isométrica parcial ampliada del conjunto 540 del sensor de posición, y el controlador 530 del conjunto de fabricación 500 de la figura 23. Tal como se muestra en la figura 25, el conjunto 540 del sensor de posición incluye un montaje 542 que está acoplado al conjunto del carro 520 (por ejemplo, para el conjunto 70 del anillo de mordaza), y un sensor 544 que está acoplado operativamente al montaje 542. El enlace del sensor 546 está acoplado entre el sensor 544 y el controlador 530 para transmitir y recibir señales.

30 Las figuras 26 y 27 son vistas isométricas laterales e inferiores, respectivamente, del sensor 544 de la figura 25. Tal como se muestra mejor en la figura 27, el sensor 544 incluye un elemento sensor 548 para transmitir señales hacia la pieza de trabajo 20, y para recibir las señales reflejadas de la pieza de trabajo 20, tal como se describe más en su totalidad más adelante. Se apreciará que el sensor 544 puede ser cualquier elemento de detección digital o analógico, incluyendo por ejemplo aquellos sensores disponibles comercialmente de Sunx, Inc., de Des Moines, Iowa, o de Keyence, Inc. of American, Nueva Jersey. En una realización, el elemento de detección 548 puede ser un elemento de detección de fibra óptica, y en una realización en particular, el elemento de detección puede ser un elemento de detección retro-reflector de fibra óptica. En otras realizaciones alternativas, por ejemplo, el elemento sensor 548 puede incluir cámaras (por ejemplo, sistemas DVT de visión por cámaras), sensores magnéticos de proximidad, o bien cualesquiera otro elemento sensor adecuado. Se apreciará que las señales transmitidas desde el sensor 544 a la pieza de trabajo 20, y su reflexión desde la pieza de trabajo al sensor 544, puede ser una luz visible, infrarrojos o señales ultravioleta, señales acústicas, o bien cualquier otro tipo deseado de señales.

35 Con referencia a las figuras 23 a 25, el conjunto de pistas 510 puede fijarse a la pieza de trabajo 20, y el conjunto del carro 520 puede utilizarse para soportar el sensor de posición 540 de forma tal que el elemento de detección 548 apunte hacia la pieza de trabajo 20. El conjunto 540 del sensor de posición puede entonces utilizarse para localizar las coordenadas de una o más funciones de indexado (o puntos de referencia) localizados en la pieza de trabajo 20. Tal como se describe en la pieza de trabajo 20 más adelante, el conjunto 540 del sensor de posición proporciona una capacidad para el conjunto 500 de fabricación para determinar una orientación posicional del conjunto de fabricación 500 basado en una o más funciones de indexado conocidas (por ejemplo, un agujero, un fijador, un casquillo, o bien otra característica) sin contacto físico entre el conjunto sensor 540 y la pieza de trabajo 20.

40 En un aspecto, el elemento de detección 548 incluye un cable de fibra óptica de LED brillante que utiliza un sistema de lentes para enfocar o iluminar la luz sobre la pieza de trabajo 20. En resumen, la luz incidente puede transmitirse

a través de la fibra central del cable óptico de fibra coaxial, a través de una lente, y puede reflejarse por la superficie de la pieza de trabajo 20. La luz reflejada puede entonces recogerse a través de la lente y ser retornada a un amplificador sensor a través de la porción exterior del cable de fibra óptica coaxial. El sensor amplificado puede entonces convertir la intensidad de la luz en una señal eléctrica analógica. La salida del amplificador del sensor puede ser calibrada en un punto focal de la lente por la lectura de la luz reflejada desde una superficie reflectiva blanca estándar. Conforme la trayectoria de exploración encuentra varias características sobre la superficie, la luz reflejada puede ser analizada y cuando los datos recogidos se adaptan a un conjunto definido de parámetros, podrá reconocerse una función del índice conocido (por ejemplo, fijador, agujero, etc.). La señal puede leerse y correlacionarse para una posición sobre la superficie utilizando la realimentación desde el sistema de posicionamiento. Esta información del emplazamiento puede utilizarse entonces para posicionar otro equipo sobre la superficie de la pieza de trabajo 20, haciendo que sea posible el controlar un sistema de herramientas o procesos, tal como se describe más en su totalidad mas adelante.

La figura 28 es un diagrama de flujo que muestra un método 600 de la determinación de la posición utilizando el conjunto sensor 540 de acuerdo con una realización de la invención. La figura 29 es una representación esquemática del método 600 de la determinación de la posición de la figura 28. Las etapas del método 600 pueden implementarse utilizando componentes conocidos programables o semiprogramables y rutinas de software. Tal como se muestra en las figuras 28 y 29, el método 600 puede comenzar en una etapa inicial 602 en donde el conjunto 540 del sensor de posición se posiciona inicialmente en forma próxima a una función 21 de indexado que tiene que detectarse, tal como por medio de un operario que posicione manualmente el conjunto del carro 520 en un punto adecuado sobre el conjunto de pistas 510, y en donde el conjunto 540 del sensor de posición comience a transmitir una o mas señales de detección 601 sobre la pieza de trabajo 20 y las señales reflejadas de recepción 603 de retorno a la pieza de trabajo 20. A continuación, en la etapa 604, el sensor 544 se incrementa o avanza continuamente a lo largo de un primer recorrido 605 en una primera dirección (mostrada como la dirección Y en la figura 29).

Con referencia continuada a las figuras 28 y 29, conforme el sensor 544 avanza a lo largo del primer recorrido 605, el método 600 continua para transmitir las señales de detección 601 y para monitoras las señales 603 reflejadas de recepción, para determinar si el primer borde 607 de la función del índice 21 se haya detectado (etapa 606). Si el sensor 144 es un sensor digital, el sensor 144 puede indicar que el borde habrá sido alcanzado mediante el suministro de una salida del sensor que efectúe la transición desde un primer estado bien definido de indicación de que el sensor 144 esté recibiendo las señales 603 reflejadas que se reflejen desde la pieza de trabajo 20, hacia un segundo estado bien definido indicando que el sensor 144 esté recibiendo las señales reflejadas 603 que estén siendo reflejadas desde la función del índice 21. Alternativamente, si el sensor 144 es un sensor analógico, la salida del sensor puede ser proporcional a las señales reflejadas 603 desde la pieza de trabajo 20 y desde la función del índice 21, proporcionando por tanto una indicación de cuando el sensor 144 esté sobre cada componente, respectivamente.

Eventualmente, basándose en las señales reflejadas 603, el primer borde 607 (figura 29) de la función del índice 21 puede ser detectada (etapa 606). A continuación, en la etapa 608, la posición del sensor 544 puede reajustarse y pudiendo ejecutar una re-exploración de baja velocidad (o en pequeños incrementos) para determinar las coordenadas del primer borde 607, y las coordenadas del primer borde 607 quedarían almacenadas. En la etapa 610, el método 600 determina si el borde recién detectado es un segundo borde 609 (véase la figura 29) de la función del índice 21, y en caso negativo, el método 600 repetirá las etapas 604 a 608, para determinar y almacenar las coordenadas del segundo borde 609.

A continuación, en la etapa 612, el método 600 utiliza las coordenadas del primer y segundo bordes 607, 609 para calcular un primer centro 611 a lo lago del primer recorrido 605, y reposiciona el sensor 544 en un punto espaciado desde la función del índice 21 con un valor a lo largo de la primera dirección (por ejemplo, la coordenada Y) que corresponde al valor del primer centro 611. El sensor 544 se hace avanzar entonces a lo largo de un segundo trayecto 613 (mostrado como la dirección X en la figura 29) en la etapa 614, y la salida del sensor 544 se monitoriza para determinar si el primer borde 615 de la función del índice 21 a lo largo del segundo recorrido 613 se haya detectado (etapa 616). Después de detectar el primer borde 615 a lo largo del segundo recorrido 613, tal como se ha descrito anteriormente, la posición del sensor 544 puede reajustarse y una re-exploración de baja velocidad 544 podría ejecutarse a lo largo del segundo recorrido 613 para determinar las coordenadas del primer borde 615, y las coordenadas del primer borde 615 a lo largo del segundo trayecto 613 que se almacenan (etapa 618). Después de almacenar las coordenadas, el método 600 determina a continuación si el borde que se haya detectado es un segundo borde 617 de la función 21 de índice a lo largo del segundo recorrido 613 (véase la figura 29) en la etapa 620, y en caso negativo, el método 600 repite las etapas 614 a 618 para determinar y almacenar las coordenadas del segundo borde 617 a lo largo del segundo trayecto 613. En la segunda etapa 622, el método 600 utiliza las coordenadas del primer y segundo bordes 615, 617 a lo largo del segundo trayecto 613 para calcular un segundo centro 619 (figura 29).

Con referencia a la figura 28, las etapas 604 a 612 pueden tener referencia en general al primer barrido 624 del sensor 544, y las etapas 614 a 622 pueden tener referencia al segundo barrido 626 del sensor 544. Después de determinar las coordenadas del primero y segundo centros 611, 619 utilizando el primero y segundo barridos 624,

626, el método 600 puede simplemente asumir que las coordenadas de un centro del índice de la función 21 de índice son las mismas que las coordenadas del segundo centro 619. Si esta solución se estima como satisfactoria en la etapa 628, entonces el método 600 avanza a la salida de las coordenadas del centro de la función del índice 21 en la etapa 630. Si se desea la precisión adicional o confirmación, no obstante, el método 600 puede incluir uno o más barridos adicionales 632 del sensor 544.

Tal como se muestra en la figura 28, en un barrido adicional 632 deseado, el sensor 544 está reposicionado en la etapa 634 en un punto separado de la función 21 del índice, pero teniendo el mismo valor a lo largo de la segunda dirección (coordenada X en la figura 29) como el segundo centro 619. A continuación, el sensor 544 se hace avanzar a lo largo de un tercer trayecto 613 (que se muestra como la dirección Y en la figura 29) en la etapa 636, y la salida del sensor 544 se monitoriza para determinar si el primer borde 623 de la función 21 del índice a lo largo del tercer trayecto 621 se ha detectado (etapa 636). Después de que se haya detectado el primer borde 623 a lo largo del tercer trayecto 621, la posición del sensor 544 puede reajustarse y localizarse, reexplorando a baja velocidad (o en pequeños incrementos) a ejecutar a lo largo del tercer trayecto 621 para determinar las coordenadas del primer borde 623, y las coordenadas del primer borde 623 a lo largo del tercer trayecto 621 quedan almacenadas (etapa 640). Después de almacenar las coordenadas, el método 600 determina entonces si el borde ha sido detectado es un segundo borde 625 de la función 21 del índice a lo largo del tercer trayecto 621 (etapa 642). En caso negativo, el método 600 repite las etapas 236 a 640 para determinar y almacenar las coordenadas del segundo borde 625 a lo largo del tercer trayecto 621. En la etapa 646, el método 600 utiliza las coordenadas del primero y segundo bordes 623, 625 a lo largo del tercer trayecto 621 para computar un tercer centro 627 (o centro adicional).

Después de realizar el barrido adicional 632, el método 600 puede de nuevo determinar si el grado deseado de precisión se ha alcanzado en la etapa 628. En caso negativo, pueden conducirse unos barridos adicionales similares 632 a lo largo, por ejemplo, de distintas trayectorias. Si no se desean barridos adicionales, entonces el método 600 avanza a la etapa 630, y las coordenadas del centro del índice se obtienen a la salida. Los resultados del tercer barrido 632 (o más barridos) pueden proporcionar una indicación mejorada del centro del índice de la función del mismo 21. Por ejemplo, el centro del índice puede determinarse como el promedio de las coordenadas del segundo y tercer centros 619, 627. Después de dar salida al centro del índice de la función 21 del índice (etapa 630), el método 600 puede continuar en la etapa 648 hacia la siguiente fase de la fase siguiente de las operaciones de fabricación.

Puede apreciarse que los puntos en particular y las direcciones del primer, segundo, y tercer trayectos 605, 613, 621 del método 600 pueden variar a partir de la realización en particular mostrada en la figura 6, y que la presente invención no está limitada a los detalles en particular descritos anteriormente, y que se muestran en la figura adjunta. Por ejemplo, la primera dirección del primer trayecto puede ser a lo largo del eje X, y la segunda dirección del segundo trayecto puede ser a lo largo del eje Y, o alternativamente, el primer y segundo trayectos pueden ser a lo largo de cualquiera de las direcciones deseadas a través de la función 21 del índice. Preferiblemente, no obstante, el primer y segundo trayectos está orientados ortogonalmente. Puede apreciarse también que el método 600 puede estar adaptado mejor para localizar un centro del índice de una función del índice teniendo una forma redonda (o aproximadamente redonda), aunque pueden utilizarse otras formas de las funciones del índice, y detectadas utilizando el aparato y el método de acuerdo con la presente invención.

La figura 30 es un gráfico 700 de un nivel 702 de la señal de salida del sensor representativo de un barrido del sensor 704 utilizado para detectar una posición de una función 21 del índice de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización, la función de índice 21 es un cabezal fijador que se eleva por encima de la superficie de la pieza de trabajo 20 periférica. El nivel de la señal 702 de la figura 30 puede proporcionarse mediante un tipo analógico del sensor 544. Tal como se muestra en la figura 30, durante una primera porción A de un barrido del sensor 704, el nivel de la señal 702 está caracterizado por un nivel generalmente constante como las señales que se reciben por el sensor 144 desde la superficie de la pieza de trabajo 20. En una segunda porción B, el nivel de la señal 702 está caracterizada por un nivel descendente de las señales reflejadas recibidas por el sensor 544 conforme las señales de detección comienzan a incidir y a reflejarse desde un borde frontal 706 del cabezal de fijación 21.

Tal como se muestra en la figura 30, conforme el barrido 704 del sensor continua, el nivel de la señal 702 alcanza un valor de reflexión mínimo en un punto C, y después entra una porción D que está caracterizada por un nivel de la señal ascendente conforme un nivel de incremento de las señales reflejadas se reciben por el sensor 544. A continuación, el nivel de la señal generalmente se desnivela durante una porción siguiente E del barrido del sensor 704 conforme el sensor 544 comienza a recibir un nivel relativamente constante de las señales reflejadas desde la parte superior del cabezal 21 del fijador. Continuando el barrido del sensor 704 a través de la parte superior del cabezal del fijador 21 a un borde posterior 708 del cabezal fijador 21, el nivel de la señal 702 eventualmente está caracterizado por un descenso relativamente substancial hacia un segundo mínimo del nivel de reflexión en un punto F, y después elevándose de nuevo hacia un nivel de reflexión característico de las reflexiones desde la superficie de la pieza de trabajo 20. En una realización, el método 600 antes descrito con referencia a las figuras 28 y 29 ejecuta las determinaciones del borde anteriores (etapas 606, 608, 616, 618, 638 y 640) mediante la asignación de las coordenadas del sensor 544 correspondientes a las localizaciones del primer y segundo niveles de reflexión

mínimos (puntos C y F) como las posiciones de las coordenadas del primer y segundo bordes para cada uno de los trayectos 605, 613, 621).

5 Más específicamente, los bordes frontal y posterior 706, 708 pueden calcularse a partir del nivel de la señal 702 calculando primeramente un nivel de reflectividad ambiente (porción A), tal como mediante el cálculo de un promedio de cálculo del nivel del sensor 702. Durante el barrido del sensor 704, conforme el nivel del sensor 702 cae por debajo de un umbral predeterminado, tal porcentaje predeterminado del nivel de reflectividad ambiente, puede invocarse un procedimiento de detección del borde. El procedimiento de detección puede almacenar el valor del sensor mínimo (punto C) correspondiente al borde frontal 706 y las coordenadas de posición del mismo, y
10 pudiendo también almacenar la misma información a partir del valor mínimo del sensor hasta el borde posterior 708 (punto F). Puede calcularse un centro en forma matemática a partir de las posiciones de los dos valores del sensor mínimos (puntos C y F).

15 Se apreciará que las características del nivel del sensor pueden variar, y que las funciones del índice pueden proporcionar niveles del sensor que tengan distintas formas, tendencias, y las características mostradas en el grafico 700 de la figura 30. De forma similar, puede ser deseable el monitorizar los distintos aspectos del nivel del sensor que sean distintos a los puntos de los valores del sensor mínimos, tales como por ejemplo la derivada (o pendiente) de los niveles del sensor. En una realización alternativa, por ejemplo, la función de índice puede ser un casquillo que tenga un borde laminado cóncavo. Para dicho casquillo, los bordes del casquillo pueden determinarse más
20 rápidamente por la monitorización de una derivada del nivel del sensor (por ejemplo, con respecto a la distancia recorrida por el sensor 144) durante un barrido del sensor sobre el casquillo. En tal caso, los picos o máximos de los valores de las derivadas pueden ser representativos de la velocidad del cambio del perfil de las superficies sobre las cuales se realiza el barrido del sensor 144, desplazando realmente el patrón en el tiempo mediante una constante de diferenciación.

25 Durante la operación, el conjunto 540 del sensor de posición puede utilizarse para determinar las localizaciones de una o más características 21 del índice en la pieza de trabajo 20, definiendo por tanto de forma precisa la posición del conjunto de fabricación 500 sobre la pieza de trabajo. Esta información puede entonces almacenarse en un dispositivo de memoria 530. Después de que el conjunto del sensor de posición 540 se haya utilizado para este fin,
30 el conjunto 540 del sensor de posición puede eliminarse del conjunto del carro 520, y el conjunto de herramientas 550 puede ser instalado sobre el conjunto del carro 520. Utilizando la información de comandos y control almacenada en su dispositivo de memoria, el controlador 530 puede controlar en forma autónoma el conjunto del carro 520 y el conjunto de herramientas 550 para ejecutar las operaciones de fabricación deseadas en los puntos deseados sobre la pieza de trabajo 20. Los conjuntos de herramientas diferentes pueden intercambiarse hacia o desde el conjunto del carro 520 para ejecutar distintas operaciones de fabricación según lo deseado.

Los conjuntos de fabricación que tengan un conjunto sensor de posición de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, pueden mejorar ventajosamente la calidad y la eficiencia de las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo. El conjunto del sensor de posición puede proporcionar un método relativamente rápido para
40 precisar la localización del conjunto de fabricación sobre la pieza de trabajo, utilizando una función de indexado que puede ser una parte de la pieza de trabajo o bien la estructura. La necesidad de puntos de índice de contacto físicos, cuya precisión puede llegar a ser degradada, por tanto se reduce o se elimina. La necesidad de posicionar con precisión el conjunto de pistas en la pieza de trabajo en el inicio de las operaciones de fabricación se reduce también o bien se elimina. El sensor de posición puede determinar con precisión la localización del conjunto de fabricación sobre la pieza de trabajo, y los datos correspondientes a los puntos deseados de las operaciones de fabricación (por ejemplo, el patrón de agujeros para una pluralidad de operaciones de taladrado) que se hayan almacenado en la mejoría pueden rotar o transformarse en un espacio de la maquina en una alineación apropiada con la localización actual del conjunto de pistas sobre la pieza de trabajo, utilizando algoritmos de matrices de transformación estándar. De esta forma, la precisión, la consistencia, y la eficiencia de las operaciones de
50 fabricación en la pieza de trabajo pueden mejorarse, reduciendo los costos asociados con la ejecución, inspección, y re-mecanizado de la pieza de trabajo.

El conjunto de fabricación 500 que tiene el conjunto 540 del sensor de posición proporciona además la capacidad de detectar una función de índice en la pieza de trabajo 20 sin la necesidad de tener un contacto físico entre los
55 sensores de contacto, palpadores, y otros dispositivos de contacto físico sobre el conjunto del carro 520 y las correspondencias de contacto sobre la pieza de trabajo 20. El elemento sensor puede detectar la función del índice desde una distancia alejada de la función del índice, eliminando por tanto cualquier necesidad de contacto físico entre el elemento sensor y la función del índice. Debido a que no existe contacto físico, el conjunto del sensor de posición puede proporcionar un rendimiento mejorado sobre los sistemas de sensor alternativos, que requieren un contacto físico y que puede doblarse, dañarse o bien degradarse durante el transporte, almacenamiento, o bien durante la ejecución de las operaciones de fabricación. De esta forma, el conjunto del sensor de posición puede mejorar la precisión de los procesos de fabricación, y pueden reducir la labor asociada con el proceso de orientación del conjunto de fabricación sobre la pieza de trabajo. Así mismo, el conjunto del sensor de posición puede reducir o eliminar ventajosamente la posibilidad de daños en la superficie de la pieza de trabajo que por otra parte puede estar originada por el contacto físico con la superficie, reduciendo la necesidad de reparaciones y re-mecanizado de la pieza de trabajo. Así pues, la eficiencia global y la capacidad de la operación de fabricación pueden mejorarse.

Puede apreciarse que una amplia variedad de realizaciones alternativas de los aparatos y métodos puede concebirse de acuerdo con la presente invención, y que la invención no está limitada al aparato en particular y a los métodos descritos anteriormente y que se muestran en las figuras adjuntas. Por ejemplo, puede observarse que el conjunto del carro 520 y el conjunto de pistas 510 pueden asumir una amplia variedad de realizaciones alternativas, incluyendo, por ejemplo, los conjuntos de raíles y carros expuestos en la patente de los EE.UU. número 4850763 de Jack y otros, y cualquiera de los conjuntos de carros y conjuntos de pistas expuestos en la solicitud de la patente de los EE.UU. copendiente de propiedad común número 10/016524.

En otro aspecto, un circuito de control 800 puede utilizarse, el cual recibe y mejora una señal de salida de un sensor analógico del conjunto de sensores de posición 540. Por ejemplo, la figura 31 es un circuito sensor 800 para ejecutar una determinación de la posición de acuerdo con otra realización alternativa de la invención. En esta realización, el circuito sensor 800 incluye una etapa comparadora, por lo que la señal de salida 804 de un sensor analógico 806 está hecha para funcionar como un sensor de proximidad digital simultáneamente con su uso como un sensor analógico. Tal como se muestra en la figura 31, la señal de salida 804 se introduce una primera porción del circuito 808 configurada para proporcionar una etapa de ganancia y de desplazamiento de nivel. La primera porción del circuito 808 puede proporcionar una respuesta óptima para distintos tipos de superficies de la pieza de trabajo. Una señal analógica acondicionada 810 que se obtiene a la salida de la primera porción 808 del circuito está provista al controlador 530 en un nodo de salida analógica 812. De forma similar la señal analógica acondicionada 810 a la salida de la primera porción del circuito se proporciona como una entrada a una segunda porción 814 del circuito. La segunda porción 814 del circuito está configurada como una etapa comparadora del umbral, la cual se dispara por encima o por debajo de un voltaje de la señal dada, proporcionando una señal 816 en un nodo de salida digital 818. Los valores de la ganancia, desplazamiento y umbral del circuito detector 800 pueden ser unas constantes predeterminadas, o bien ser programables por el controlador 530 de acuerdo con las distintas condiciones operativas.

Los conjuntos de fabricación que incluyen el circuito sensor 800 pueden proporcionar una precisión de posición mejorada sobre los sistemas alternativos. Debido al circuito sensor 800 se puede recibir una señal analógica del elemento sensor y que proporciona una salida analógica acondicionada y una salida digital, en donde el circuito sensor puede proporcionar una capacidad de comprobación transversal de los resultados de la detección de la posición de una función de índice, mediante la habilitación del controlador para comparar y utiliza ambas señales de salida analógica y digital. El circuito sensor 800 puede también proporcionar una versatilidad mejorada habilitando el conjunto del sensor de posición para que se utilice con ambos controladores analógicos y digitales o bien otros componentes electrónicos deseados.

Puede apreciarse que las distintas operaciones del conjunto de fabricación 500 pueden controlarse por el controlador 530, incluyendo la posición del conjunto del carro 520 sobre el conjunto de pistas 510, las operaciones del conjunto 540 del sensor de posición, y la posición y acoplamiento del conjunto de herramientas 550 con respecto a la pieza de trabajo 20. Estas operaciones pueden llevarse a cabo con una forma automatizada o semiautomatizada utilizando el controlador 534 equipado con métodos computerizados controlados numéricamente (CNC) y algoritmos. Alternativamente, el posicionamiento puede ejecutarse de forma manual o parcialmente manual por un operario, tal como por ejemplo en donde el operario proporciona entradas de control manual para el controlador 534, o bien inhabilitando temporalmente o bien neutralizando los motores antes mencionados y los actuadores del carro y los conjuntos de mordaza 520, 560 para permitir el movimiento manual.

Típicamente, para proporcionar un grado deseado de precisión posicional para ejecutar las operaciones de fabricación, los centros del índice de dos funciones de índice 21 pueden ser determinados utilizando los métodos y los aparatos antes descritos. Después de haber determinado uno o más centros del índice de las funciones de índice 21, los algoritmos de control del conjunto de fabricación 500 pueden utilizarse para transformar un patrón de datos almacenados en una memoria de un sistema de control (por ejemplo, en el controlador 530) en un espacio de máquina para controlar las operaciones de fabricación ejecutadas por el conjunto de fabricación 500 en la pieza de trabajo 20. Estas transformaciones pueden ejecutarse utilizando los algoritmos matemáticos bien conocidos estándar, comúnmente utilizados en los procesos existentes de mecanización CNC existentes en la actualidad.

Con referencia de nuevo a las figuras 23 a 25, incluso en otro aspecto, el controlador 530 puede incluir un sistema completo de control CNC. Por ejemplo, en una realización en particular, el controlador 530 incluye un servocontrolador de 8 ejes, y una pluralidad de servo-amplificadores, servo-motores y solenoides neumáticos. Debido a que el controlador 530 está fijado directamente al conjunto del carro 520 (por ejemplo, al carro 50 de eje Y), el controlador 530 se desplaza con el conjunto del carro 520 durante las operaciones de fabricación. Así pues, los enlaces o cables entre el controlador 530 y los demás componentes del conjunto de fabricación 500 para transmitir las señales de control (y recibiendo las señales de realimentación) los motores de accionamiento 40, 60 del conjunto del carro 520, el conjunto 540 del sensor de posición, el conjunto de herramientas 550, y cualesquiera otros componentes del conjunto de fabricación, se reducen o se eliminan en un alto grado. El controlador umbilical 532 (figura 23) puede proporcionar aire, energía eléctrica, y cables de comunicación desde una unidad de suministro 534 al controlador 530. Alternativamente, el controlador umbilical 532 puede proporcionar también un fluido de alto volumen (por ejemplo, neumático o hidráulico) para alimentar al conjunto de herramientas 550.

El conjunto de fabricación 500 que tiene el controlador 530 montado en el conjunto del carro 520 puede además mejorar la eficiencia y la salida de las operaciones de fabricación. Debido a que el controlador 530 está montado en el conjunto del carro 520, la cantidad de cables que se extienden entre el controlador 530 y las porciones del conjunto del carro (por ejemplo, el conjunto de accionamiento, el conjunto del sensor de posición, etc.) y el conjunto de herramientas 550 puede reducirse en comparación con los conjuntos de fabricación de la técnica anterior. Así pues, el conjunto de fabricación puede proporcionar la movilidad del conjunto del carro en el conjunto de pistas debido a que el movimiento del conjunto del carro no está limitado por las longitudes de los cables de control entre el conjunto del carro hacia un controlador localizado remotamente, o por la movilidad de un controlador localizado remotamente dentro de los confines del entorno de fabricación. La combinación del conjunto del carro 520 y el controlador 530 puede permitir que un único operario mueva estos componentes entre varias localizaciones para dirigir las operaciones de fabricación en distintos puntos o en distintas piezas de trabajo, mejorando por tanto la eficiencia y la salida global del proceso de fabricación.

La figura 32 es una representación esquemática de un conjunto de fabricación 900 de acuerdo con otra realización de la invención. En esta realización, el conjunto de fabricación 900 incluye una unidad sensora 902, y un par de unidades de herramientas 904 que operan en un conjunto de pistas 510 (no visibles) que está acoplado a una pieza de trabajo 920 contorneada. El sensor y las unidades de herramientas 902, 904 incluyen un conjunto de carro tal como se ha descrito anteriormente. La unidad sensora 902 incluye también un conjunto 540 sensor de posición, mientras que las unidades de herramientas 904 incluyen un conjunto de herramientas 550. Las unidades sensora y de herramientas 902, 904 están acopladas operativamente a un controlador maestro 906, tal como mediante un dispositivo radioeléctrico 908. Las unidades sensora y de herramientas 902, 904, pueden incluir también un controlador 530 tal como se ha descrito anteriormente.

Durante la operación, cada una de las unidades tensoras y de herramientas 902 pueden operar en forma autónoma bajo el control de sus respectivos controladores 530, o en forma semi-autónoma bajo el control de tanto el controlador 530 como del controlador maestro 906, o bien puede controlarse totalmente por el controlador maestro 906. En una realización, la unidad sensora 902 puede ejecutar la función de la localización de varias funciones de indexado distribuidas sobre la pieza de trabajo 920 en la forma antes descrita, cuya información puede transmitirse al controlador maestro 906. El controlador maestro 906 puede entonces proporcionar las señales de órdenes y de control a una o más unidades de posición exactas 904 y para ejecutar las operaciones de fabricación deseadas de la pieza de trabajo 920. Alternativamente, las localizaciones de las funciones de indexado pueden transmitirse desde la unidad sensora 902 directamente a una o más de las unidades de herramientas 904, y las unidades de las herramientas 904 pueden operar en forma autónoma para ejecutar las operaciones de fabricación deseadas en la localización apropiada en la pieza de trabajo 920. Después de la localización de las funciones de indexado en una primera porción de la pieza de trabajo 920, la unidad sensora 902 puede moverse automáticamente a una siguiente porción, o bien puede tener ordenes para avanzar a la siguiente porción de la pieza de trabajo 920 por el controlador maestro 906 para tener espacio libre para las unidades de las herramientas 904 o para localizar las funciones de indexado adicional.

El conjunto de fabricación 900 puede mejorar más la eficiencia y la salida de las operaciones de fabricación. Tal como se ha notado anteriormente, debido a que el controlador 530 de cada unidad 902, 904 están montados en el conjunto del carro 520, el número de cables y alambres asociados con cada unidad 902, 904 pueden reducirse, mejorando por tanto la movilidad de cada unidad sobre la pieza de trabajo. Debido a la necesidad de cables que se extienden entre cada una de las unidades 902, 904 y el controlador localizado en forma remota reducido, el número de las unidades 902, 904 pueden reducirse y pudiendo localizarse en una proximidad relativamente cercana en un único conjunto de bastidor sobre un único conjunto de pistas pudiendo por tanto incrementarse. Así pues, la eficiencia y la capacidad de producción de las operaciones de fabricación pueden mejorarse.

Operaciones de fabricación servo-controladas

Con referencia de nuevo a la figura 24, en una realización en particular, el conjunto de fabricación 50 de acuerdo con la presente invención incluye un conjunto de pistas 510 fijable en forma controlada a una pieza de trabajo 20, y un conjunto de carro 520 móvil acoplado a un conjunto de pistas 510. El controlador 530 está montado sobre el conjunto del carro y está acoplado operativamente al conjunto 550 de las herramientas servocontroladas y al conjunto del carro 520. De nuevo, se apreciará que el conjunto del bastidor y el conjunto del carro 520 son substancialmente similares descritos anteriormente con respecto a las figuras 9-11. Tal como se describe más en su totalidad más adelante, el conjunto de fabricación 500 tiene el conjunto de herramientas servocontrolado 550 que puede mejorar ventajosamente la precisión y la eficiencia de las operaciones de fabricación ejecutadas en la pieza de trabajo 20.

La figura 33 es una vista frontal en alzado ampliada del conjunto de herramientas servocontroladas 550 del conjunto de fabricación 500 de la figura 24. Las figuras 34 y 35 con unas vistas en alzado lateral superior y lateral, respectivamente, del conjunto de herramientas servocontroladas 550 de la figura 33. En esta realización, el conjunto de herramientas 550 incluye un módulo 552 de husillo de taladrado 554 (o unidad de avance). El módulo 552 del husillo de taladrado incluye un eje motor dispuesto centralmente 558 (figura 34) dispuesto sobre el mismo. El eje

motor 556 incluye un collar 562 de retención del taladro 562 que retiene un miembro de taladro 560 que puede acoplarse con la pieza de trabajo 20.

5 El eje motor 556 además incluye un depósito de lubricación 555 posicionado en el extremo superior del eje motor 556 y un canal de lubricación 557 (figura 33) que se extiende longitudinalmente a través de la longitud del eje motor 556 desde el reservorio de lubricación 555 al miembro de taladrado 560 para permitir que el lubricante se pueda aplicar a través del eje 556 al miembro 560 de taladrado. El casquillo piloto 563 se extiende hacia abajo en torno al miembro del taladro 560 y se acopla con seguridad contra la pieza de trabajo 20 durante una operación de fabricación. Se encuentra un armazón del motor del husillo 564 que tiene una pluralidad de puertos de enfriamiento del aire 565 dispuesto alrededor del eje motor 556, y un conjunto de campo 566 (figura 34) posicionado dentro del armazón del motor 564 y en forma próxima a los devanados de la armadura 558 del eje motor 556. El conjunto de campo 566 puede incluir uno o más imanes permanentes de tierras raras que en combinación con los devanados de la armadura 558, proporcionan un motor ligero de peso sin escobillas 558. Una tapa superior 569 (eliminada en la vista parcialmente expuesta de la figura 34) cubre la porción superior del armazón del motor de husillo 564. Tal como se muestra en la figura 34, el codificador de la velocidad del taladro 568 está montado en el eje motor 556.

20 Con referencia continuada a las figuras 33-35, la unidad motriz 554 del conjunto de herramientas 550 incluye un miembro de base 570 acoplada en forma deslizante a una plataforma motriz 572 mediante cuatro barras 574 de guiado separadas circunferencialmente. En esta realización, la plataforma motriz 572 está acoplada a modulo 552 del husillo de taladrado mientras que el miembro de la base 570 está acoplado al conjunto del carro 520. El eje motor 556 del modulo 552 del husillo de taladrado está montado en forma giratoria a través del miembro de base 570 y la plataforma motriz 572 por un rodamiento giratorio 571. Aunque el armazón del motor 564 (y el conjunto de campo 566) se muestran en las figuras adjuntas como que están acopladas a la plataforma motriz 572, en las realizaciones alternativas, el armazón del motor 564 puede acoplarse al miembro de la base 570, o bien al miembro de la base y a la plataforma motriz 572.

30 Tal como se muestra mejor en la figura 33, la unidad motriz (o unidad de avance) 554 incluye dos tornillos 576 de bolas que se extienden entre el miembro de la base 570 y la plataforma motriz 572. El servomotor 578 está montado en la plataforma 572 motriz y está acoplado a cada uno de los tornillos de bolas 576 por una correa motriz 580 (figura 35). Tal como se muestra en la figura 34, las correas motrices 580 están acopladas sobre una pluralidad de tensores de las correas 582, que ayudan a mantener un acoplo positivo de las correas motrices 580 con los tornillos de bolas 576. El servomotor 578 y el modulo 552 del husillo de taladrado, incluyendo el codificador 568 de la velocidad del taladro, están acoplados operativamente al controlador 530.

35 Durante la operación, el conjunto del carro 520 está posicionado en un punto deseado sobre la pieza de trabajo 20 en la forma anteriormente descrita. La unidad motriz 554 del conjunto de herramientas 550 puede activarse por el controlador 530, provocando que el servo-motor 578 accione los tornillos de bolas 576, propulsando la plataforma motriz 572 hacia el miembro de la base 570, y por tanto accionando el modulo 552 del husillo de taladrado hacia la pieza de trabajo 20 y acoplado el casquillo piloto 563 con la pieza de trabajo 20. De forma similar, el modulo 552 del husillo de taladrado puede activarse para tener listo el miembro de taladrado 560 para el acoplamiento con la pieza de trabajo 20. Conforme la unidad motriz 554 continua accionando la plataforma motriz 572 hacia el miembro de la base 570, el miembro de taladrado 560 es accionado en la pieza de trabajo 20, ejecutando la operación deseada de fabricación en la pieza de trabajo 20. Después de haber ejecutado la operación de fabricación, el controlador 530 puede transmitir las señales de control apropiadas al servomotor 578, para hacer rotar los tornillos de bolas 576 en la dirección opuesta, extrayendo la plataforma de accionamiento 572 alejándola del miembro de la base 572 alejándola del miembro de la base 570 y retirando el modulo 552 del husillo del taladro de la pieza de trabajo 20. El conjunto del carro 520 puede entonces ser reposicionado en un nuevo punto, y el proceso de repite de nuevo según lo deseado.

50 Los conjuntos de fabricación que tienen unos conjuntos de herramientas servocontrolados de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, pueden mejorar ventajosamente la calidad y la eficiencia de las operaciones de fabricación en una pieza de trabajo. Por ejemplo, el conjunto 550 de herramientas servocontroladas de acuerdo con la presente invención proporciona un aparato de fabricación extremadamente ligero de peso. Específicamente, debido a que el conjunto de herramientas 50 combina un conjunto de campo 566 que puede incluir uno o más imanes de tierras raras con los devanados de la armadura 558 en el eje motor 556 para proporcionar un motor sin escobillas, el conjunto de herramientas 550 puede ser considerablemente más ligeros que los conjuntos de las herramientas accionadas neumáticamente de la técnica anterior. Los ahorros de peso adicionales se consiguen proporcionando el eje del motor 556 que incorpora el collar 562 de retención del taladro, y que incluye el canal 557 de lubricante interno. Además de ello, todos los componentes del modulo 552 del husillo del taladro, incluyendo el motor sin bastidor, están provistos en un eje y comparten un conjunto de rodamientos giratorios. Así pues, los conjuntos de herramientas servocontroladas. Así pues, los conjuntos de herramientas servocontroladas de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, pueden ser substancialmente más ligeras que los conjuntos de la técnica anterior, proporcionando la capacidad de control y de precisión durante las operaciones de fabricación. Así mismo, los conjuntos de herramientas son más ligeros de peso, en donde pueden simplificarse la configuración del conjunto 500 de fabricación, y en donde la eficiencia y la capacidad de producción de las operaciones de fabricación pueden mejorarse.

Además de ello, debido a que la velocidad de avance de la unidad motriz 554 puede controlarse de forma precisa por medio del servomotor 578, el conjunto 550 de las herramientas servocontroladas puede proporcionar un rendimiento mejorado sobre los conjuntos de las herramientas de la técnica anterior. Por ejemplo, mediante la monitorización de la velocidad rotacional del eje del motor 556 por medio de codificador 568 de velocidad, el controlador 568, el controlador 530 puede transmitir unas señales de control apropiadas al servomotor 578 (o al modulo 552 del husillo de taladrado) para proporcionar una relación deseada entre la velocidad rotacional del eje y la velocidad de avance del modulo 552 del husillo del taladro. En una realización, por ejemplo, el controlador 530 puede controlar cuidadosamente la velocidad de avance del modulo 552 del husillo del taladro, para proporcionar una velocidad de taladrado máxima en la pieza de trabajo. Alternativamente, el controlador 530 puede controlar el conjunto de herramientas para mantener la carga de trabajo deseada en el modulo 552 del husillo de taladrado, o para proporcionar la operación de taladrado de la más alta calidad. La capacidad de control mejorada del conjunto 550 del conjunto de herramientas servocontroladas puede ser particularmente efectiva en los casos en donde las características físicas de la pieza de trabajo son variables, tal como para una pieza de trabajo 20 que incluye una pluralidad de capas de distintos materiales que tengan valores distintos de dureza. En este caso, el controlador 530 puede ajustar de forma rápida y eficiente la velocidad de avance del servomotor 578 para mantener la velocidad de taladrado deseada del modulo 552 del husillo de taladrado. Así pues, utilizando los conjuntos de herramientas servocontrolados de acuerdo con la presente invención, tanto la velocidad de taladrado como la velocidad de avance pueden controlarse de forma precisa, para proporcionar el rendimiento óptimo y para mejorar la capacidad de fabricación.

Puede apreciarse que una variedad de realizaciones alternativas de aparato y métodos pueden concebirse de acuerdo con la presente invención, y que la invención no está limitada al aparato y a los métodos descritos anteriormente y que se muestran en las figuras adjuntas. Por ejemplo, puede observarse que el conjunto del carro 520 y el conjunto de pistas 510 puede asumir una amplia variedad de realizaciones alternativas, incluyendo por ejemplo los conjuntos de raíles y carros que se exponen en la patente de los EE.UU. numero 4850763 de Jack y otros, y cualquiera de los conjuntos de carros y conjuntos de pistas expuestos en la solicitud copendiente de propiedad común de los EE.UU. numero 10/016524.

Puede observarse también que en las realizaciones alternativas, el modulo 552 del husillo de taladrado puede reemplazarse con una amplia variedad de herramientas de fabricación para ejecutar cualquier operación de fabricación deseada en la pieza de trabajo 20. En las realizaciones alternativas, por ejemplo, el modulo 552 puede reemplazarse con uno o más remachadores, extractores dentados electromagnéticos, soldadores, llaves mecánicas, pistolas de tornillos, enrutadores, desgrasadores, arandelas, ataque químico, láseres, aplicadores de cintas, o virtualmente cualquier otro tipo deseado de herramientas de fabricación o de instrumentos de medida.

Conclusión

Aunque las realizaciones específicas de la invención han sido ilustradas y descritas aquí, tal como se ha observado anteriormente, pueden realizarse muchos cambios sin desviarse del alcance de la invención según lo determinado en su totalidad por referencia de las reivindicaciones que siguen a continuación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato (100) para soportar una herramienta (160) con respecto a una superficie de una pieza de trabajo (102), en donde el aparato (100) comprende:
- una base (122) adaptada para su fijación a la pieza de trabajo (102);
 un soporte de herramientas (134) acoplado a la base y movable a lo largo de un eje de traslación con respecto a la pieza de trabajo (102); y
 10 un dispositivo de presión (136) acoplado operativamente al menos a la base (122) y al soporte de herramientas (134), **caracterizado porque** el dispositivo de presión (136) está adaptado al menos para contrapesar parcialmente una fuerza ejercida sobre el soporte de las herramientas (134) a lo largo del eje de traslación, en donde el dispositivo de presión (136) incluye un accionador neumático, un motor o bien un motor de par constante.
- 15 2. El aparato de la reivindicación 1 que incluye una herramienta de fabricación (160) acoplada al soporte de las herramientas (134) y adaptada para ser acoplable con la superficie de la pieza de trabajo (102) para ejecutar la operación de fabricación sobre la superficie de la pieza de trabajo (102).
- 20 3. El aparato de la reivindicación 1 ó 2, en donde el eje de traslación tiene al menos un componente que es perpendicular a una normal local a la superficie de la pieza de trabajo (102).
4. El aparato de la reivindicación 1 ó 2, en donde el soporte de la herramienta (134) está acoplado en forma deslizable a la base (122) a lo largo de un rail de guía (132).
- 25 5. El aparato de la reivindicación 1 ó 2 en donde el soporte de las herramientas (134) es movable en la primera y segunda direcciones a lo largo del eje de traslación.
6. El aparato de la reivindicación 1 ó 2, en donde el dispositivo de presión (136) es controlable en la dirección de la presión a lo largo del eje de presión.
- 30 7. El aparato de la reivindicación 1 ó 2, en donde la base (122) incluye:
- al menos un miembro de rail alargado (132) acoplable a la superficie de la pieza de trabajo (102); y
 un conjunto de carro (120; 220) acoplado en forma movable al menos a un miembro del rail (132), en donde el
 35 soporte de herramientas (134) está acoplado al conjunto del carro (120).
8. El aparato de la reivindicación 9, en donde la dirección de traslación es al menos parcialmente transversal al menos a un miembro del rail alargado (132).
- 40 9. El aparato de la reivindicación 2, en donde la herramienta de fabricación (160) incluye un taladro (162) y en donde la operación de fabricación incluye una operación de taladrado.
- 45 10. El aparato de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de presión (136) comprende un conjunto (460) de soporte de fuerzas opuestas, que incluye un pasador roscado adaptado para el acoplamiento roscado (403) en la pieza de trabajo (402).
- 50 11. El aparato de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de presión (136) comprende un conjunto (460) de soporte de fuerzas opuestas, que incluye:
- un primer miembro (422) acoplado en forma movable a un carro (420) y siendo movable a lo largo de un primer eje;
 un primer actuador (476) acoplado al primer miembro (422) y al carro (420) y adaptado para mover el primer miembro (422) a lo largo del primer eje;
 55 un segundo miembro (424) acoplado en forma movable al primer miembro (422) y movable a lo largo de un segundo eje orientado ortogonalmente con respecto al primer eje;
 un segundo actuador (466) acoplado al segundo miembro (424) y al primer miembro (422) y adaptado para mover el segundo miembro (424) a lo largo del segundo eje; y
 un dispositivo de seguridad acoplado al segundo miembro (424) y adaptado para estar fijado a la pieza de
 60 trabajo (402).
- 65 12. El aparato de la reivindicación 11, en donde el dispositivo de seguridad está acoplado al segundo miembro (424) por un tercer actuador (478), en donde el tercer actuador está adaptado para mover el dispositivo de seguridad a lo largo de un tercer eje orientado ortogonalmente al primer y segundo ejes, y en donde el segundo eje es aproximadamente paralelo con el eje de traslación del carro (420), y en donde el primer eje está adaptado para que sea aproximadamente paralelo con el eje longitudinal de la herramienta de trabajo.

13. El aparato de la reivindicación 12, en donde el primer miembro (422) está acoplado en forma movable a un par de miembros alargados en el carro (420), en donde los miembros alargados están adaptados para que sean aproximadamente paralelos con un eje longitudinal de la herramienta de fabricación (450).
- 5 14. El aparato de la reivindicación 12, en donde el segundo miembro (424) está acoplado en forma movable a un par de miembros alargados en el primer miembro (422), en donde los miembros alargados están adaptados para que sean aproximadamente paralelos con el eje de traslación del carro (420).
- 10 15. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende un conjunto de pistas (410) que incluye al menos un rail (480), y en donde el carro (130; 420) está acoplado en forma arrollable en el rail (480).

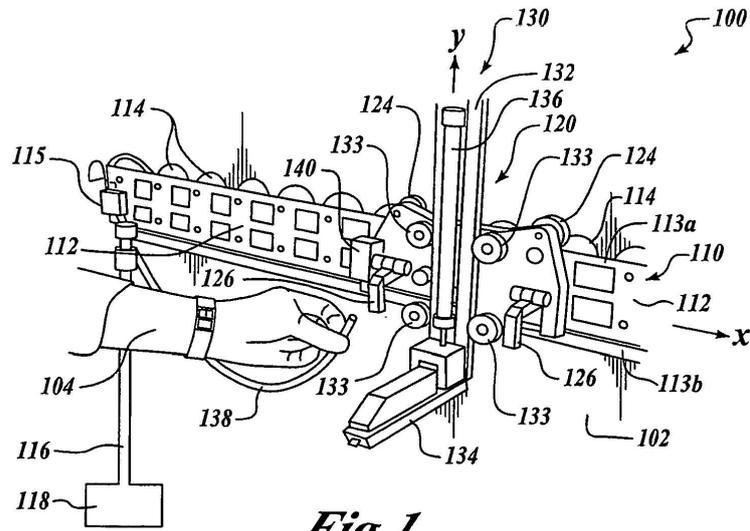


Fig. 1

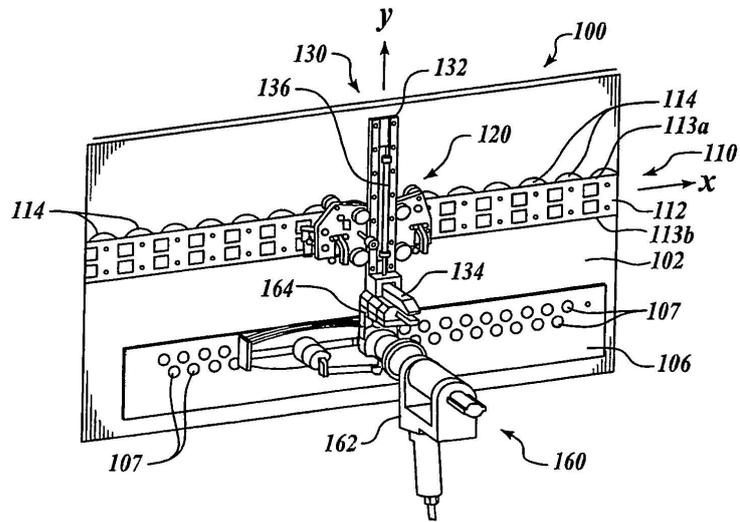


Fig. 2

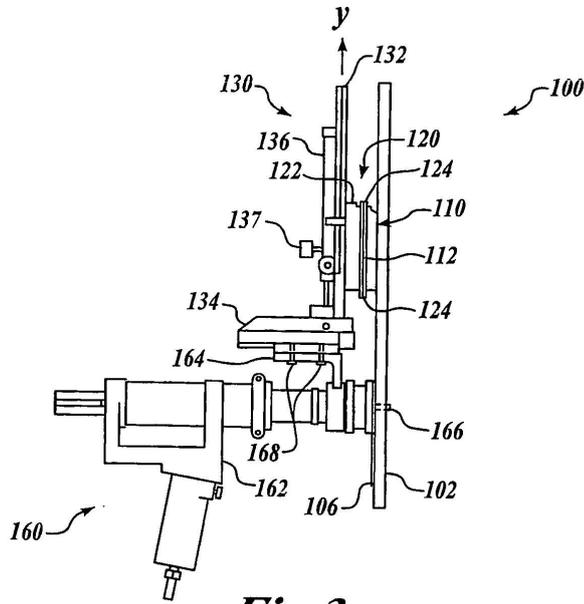


Fig. 3

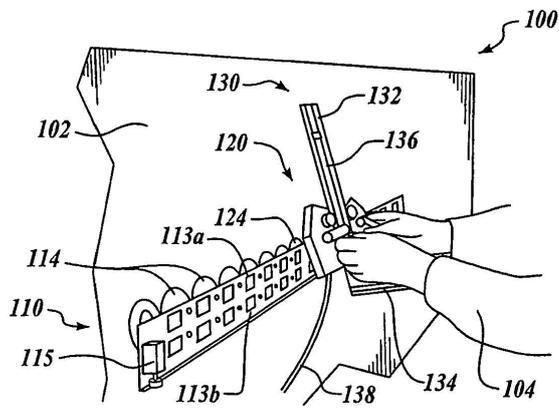
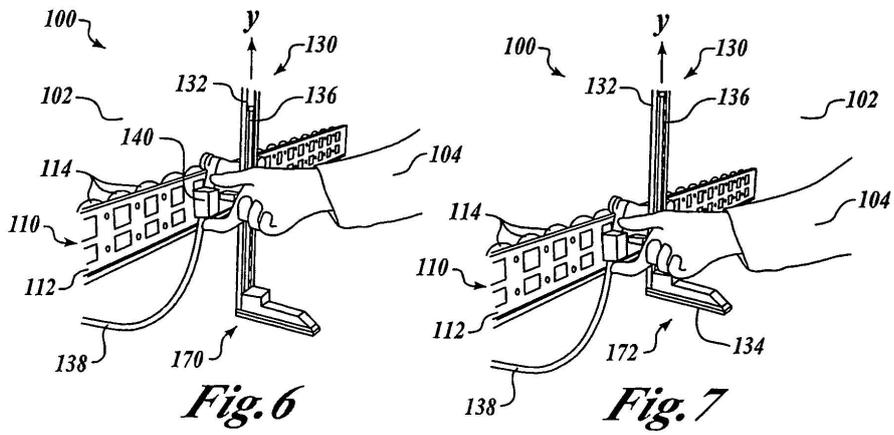
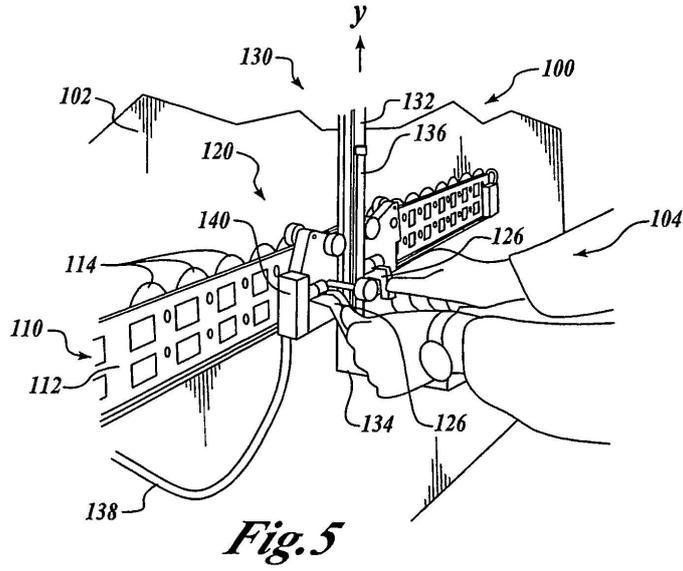


Fig. 4



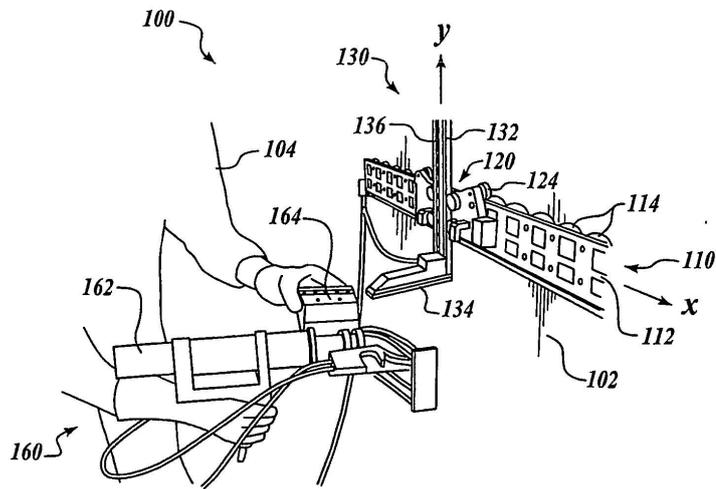


Fig. 8

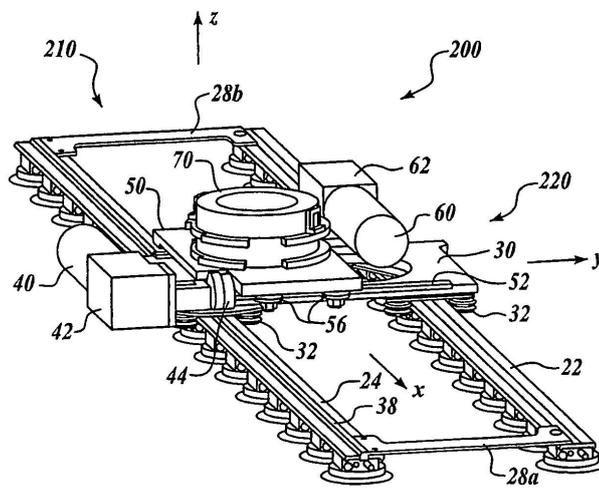


Fig. 9

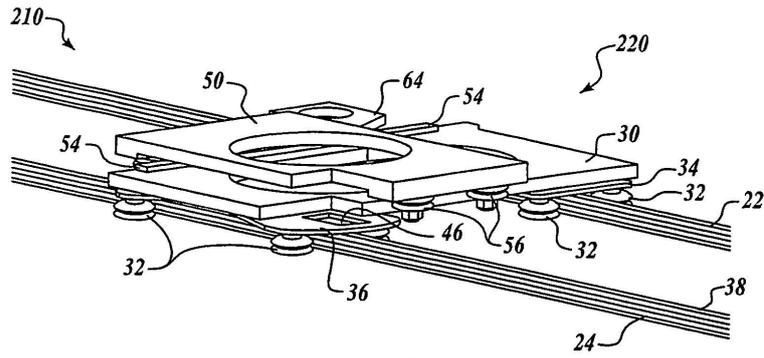


Fig. 10

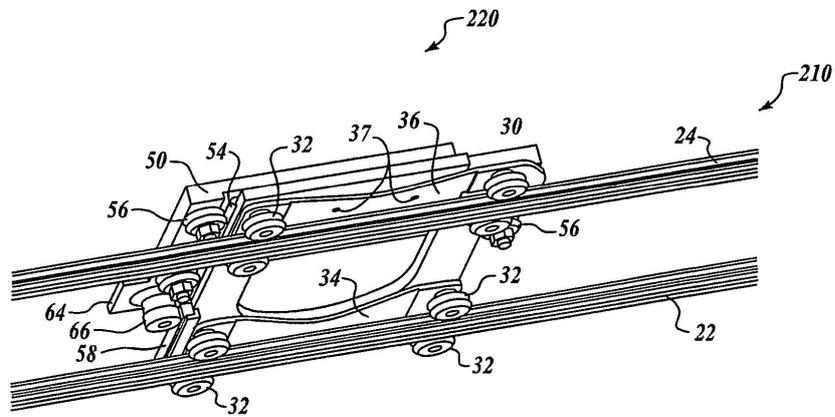


Fig. 11

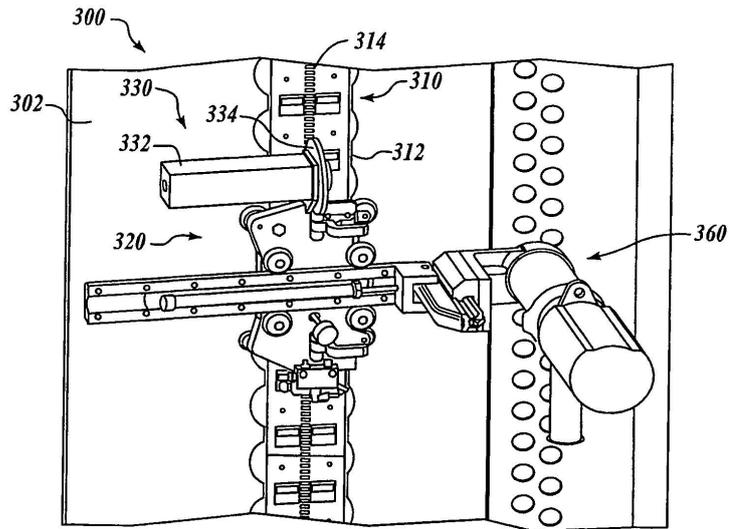


Fig. 12

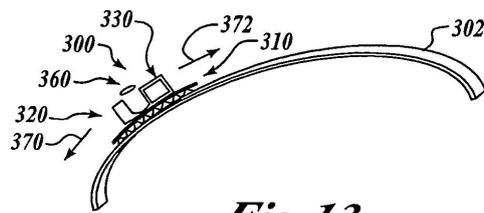


Fig. 13

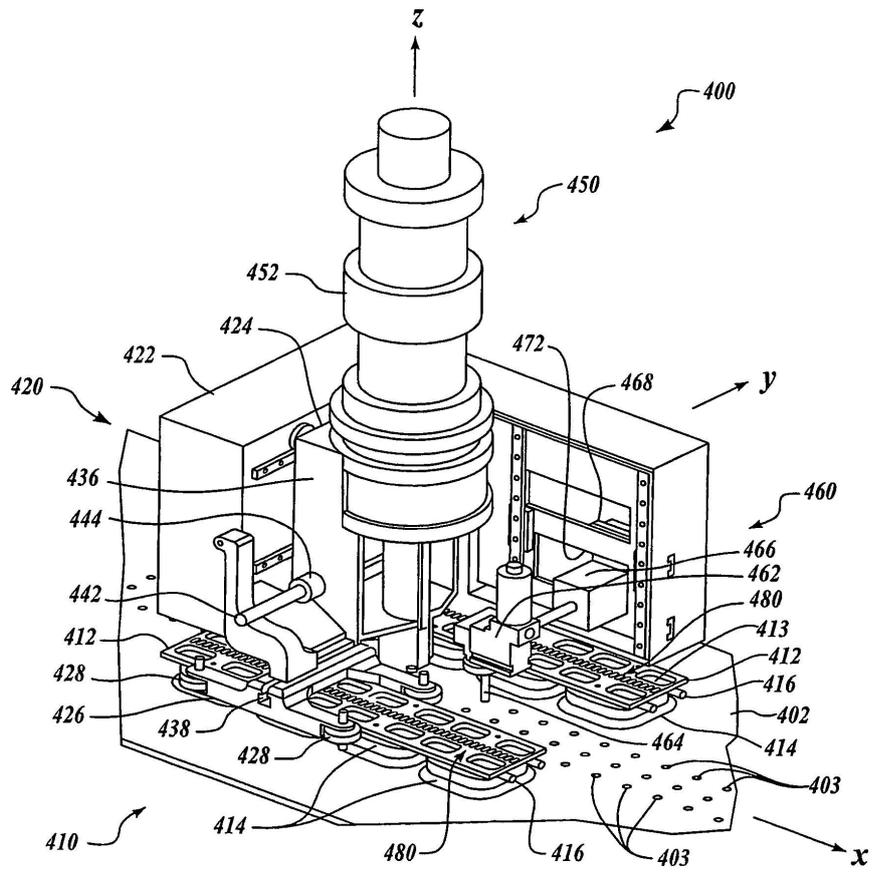


Fig. 14

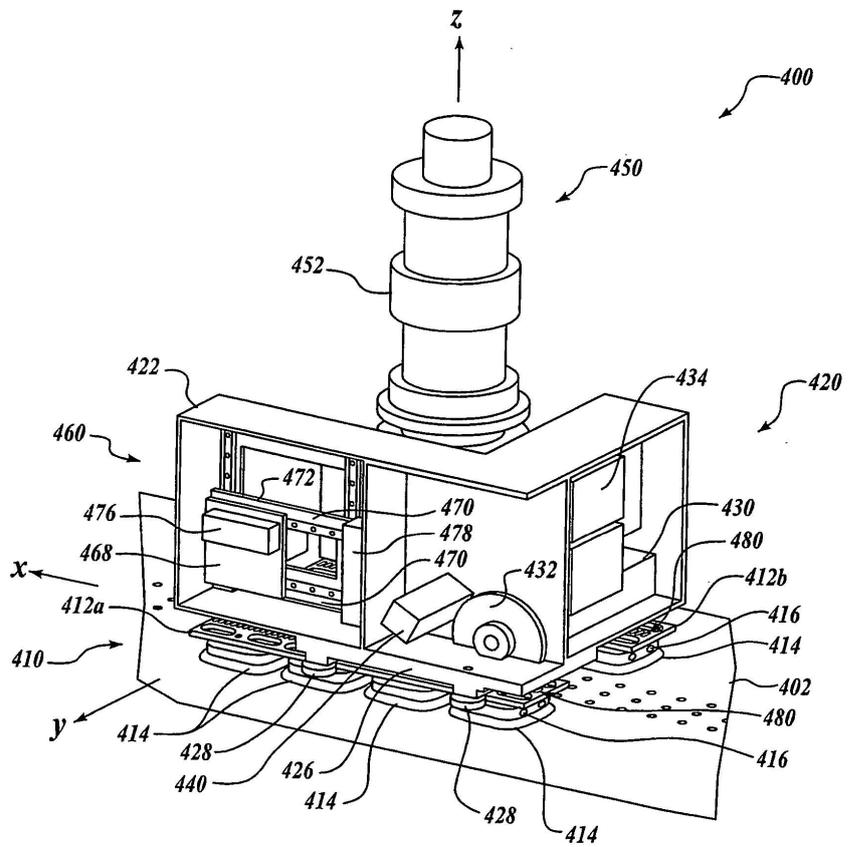


Fig.15

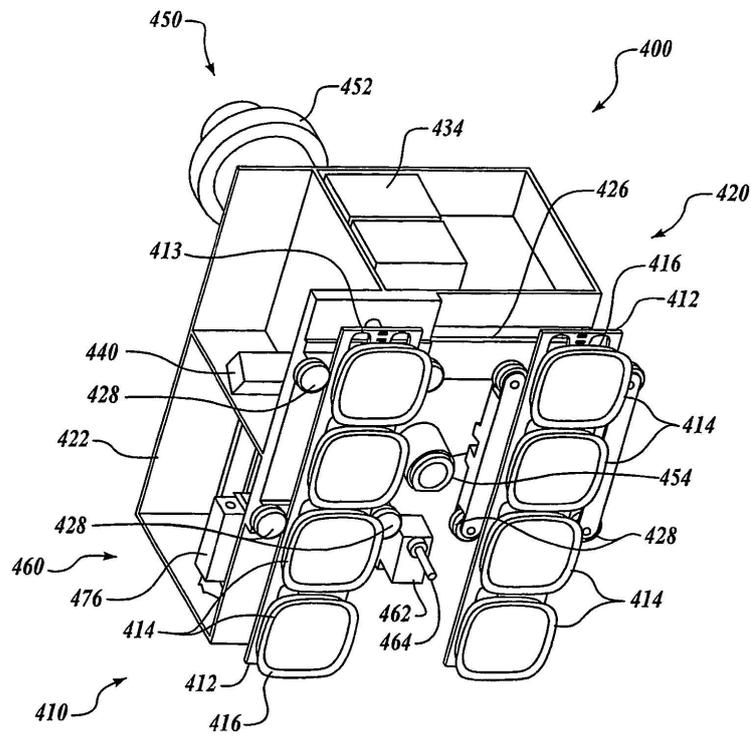


Fig.16

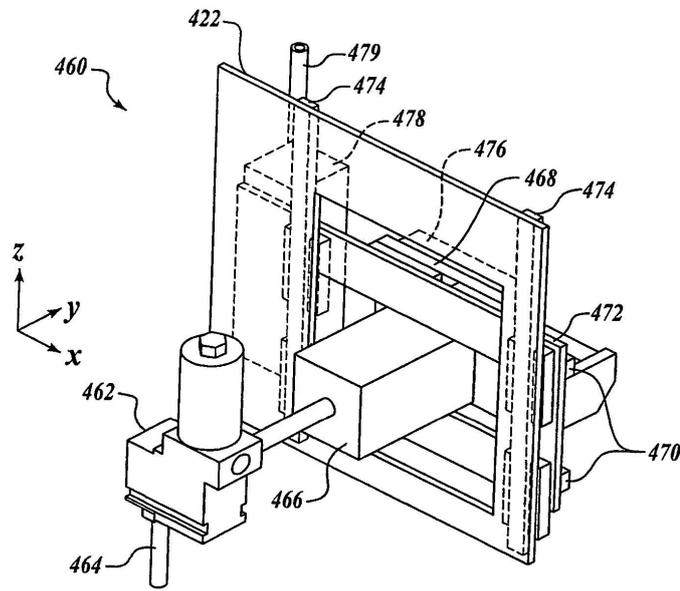


Fig. 17

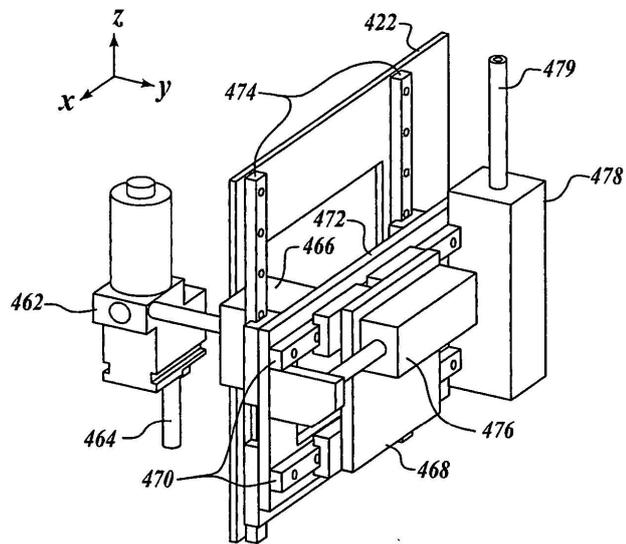


Fig.18

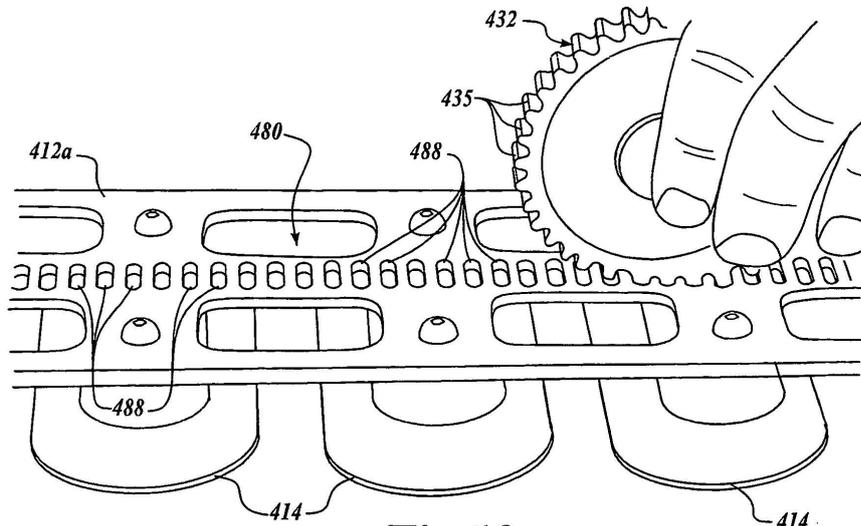


Fig. 19

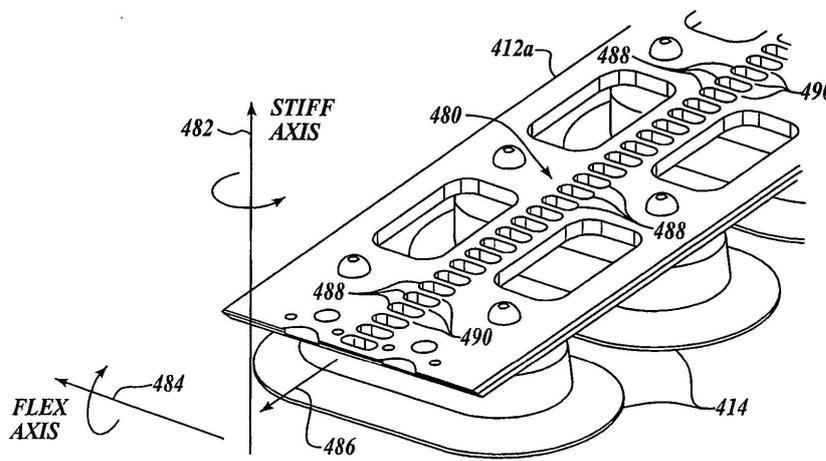


Fig. 20

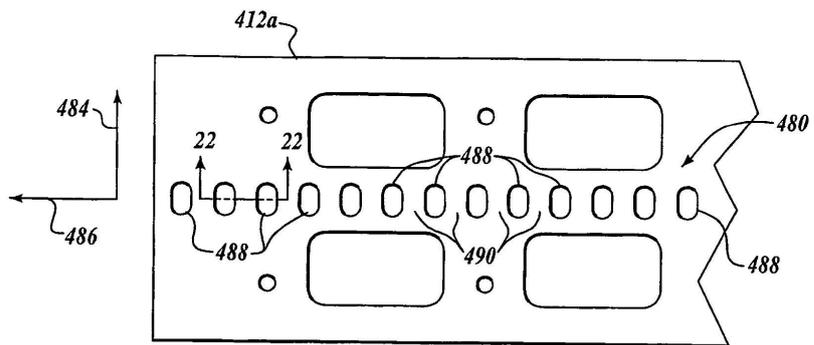


Fig. 21

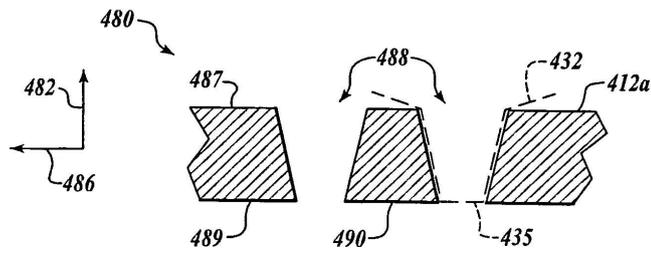


Fig. 22

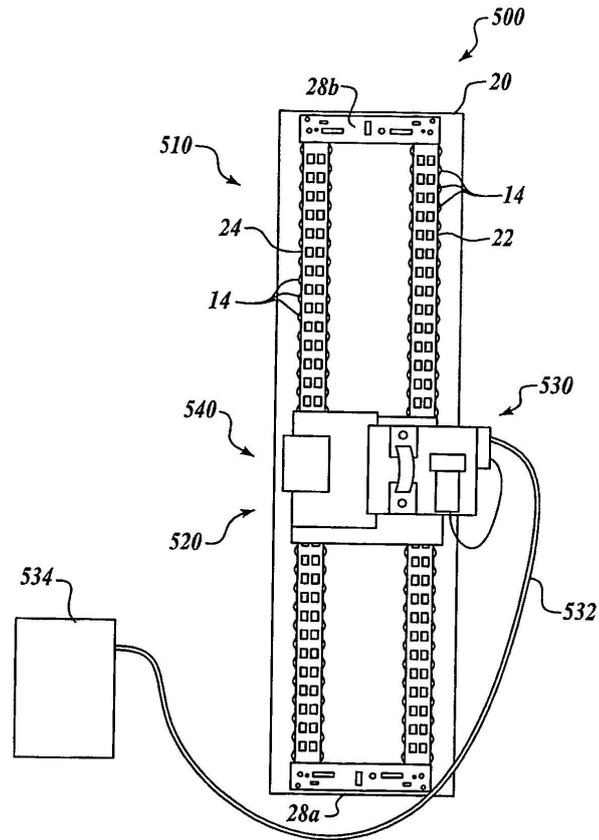


Fig. 23

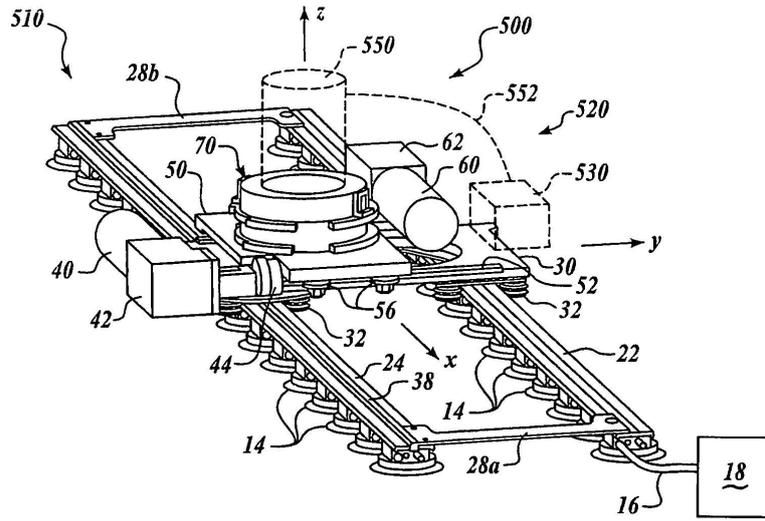


Fig. 24

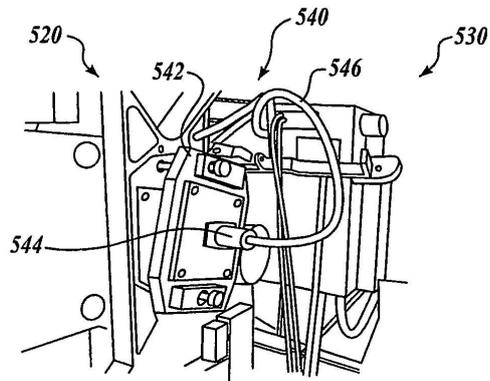


Fig. 25

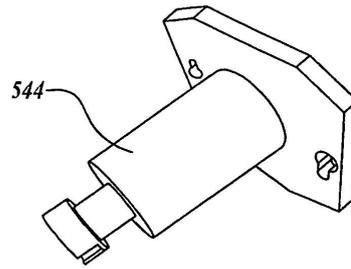


Fig. 26

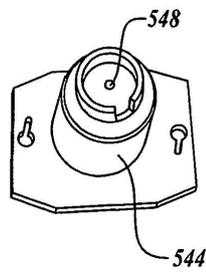


Fig. 27

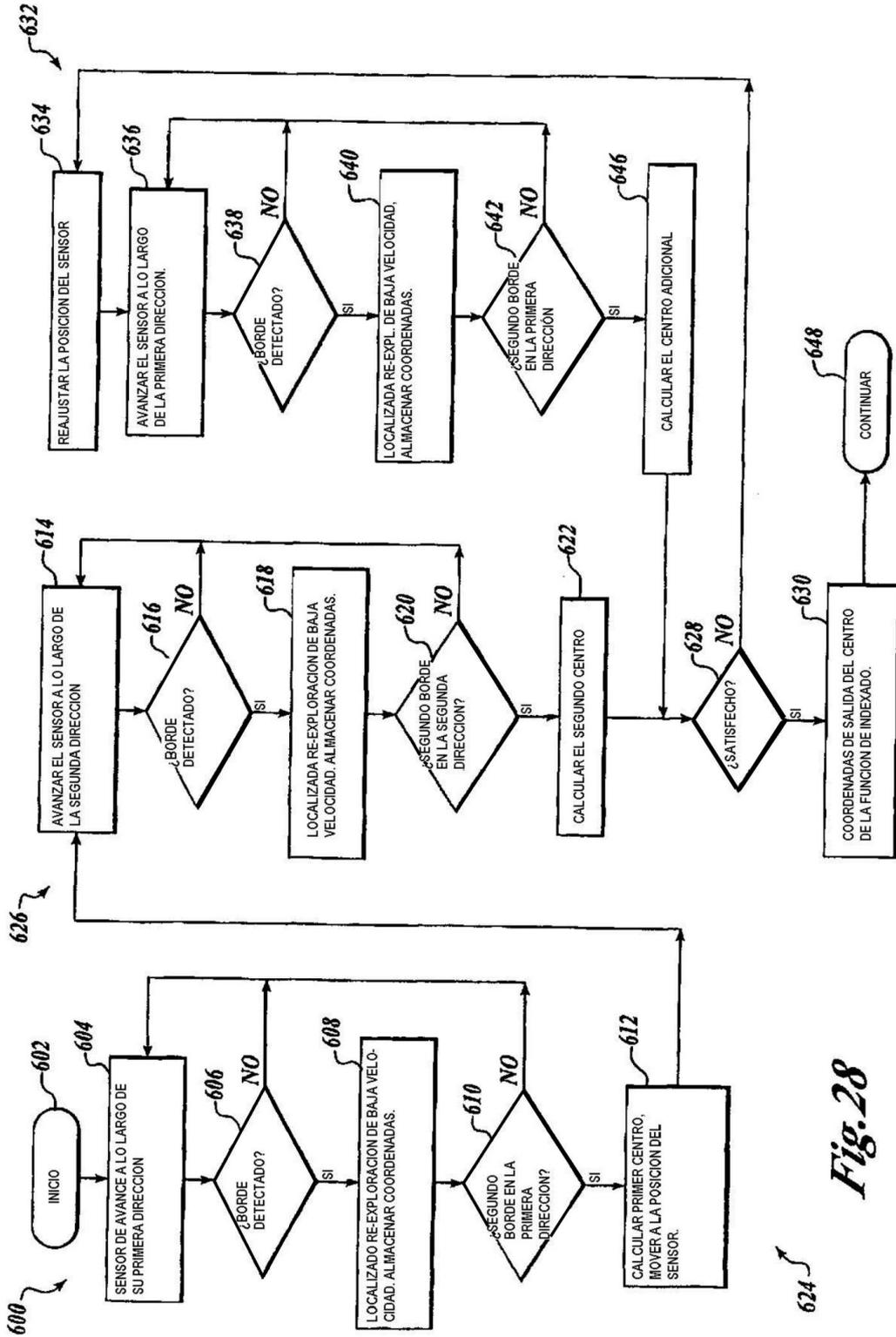


Fig.28

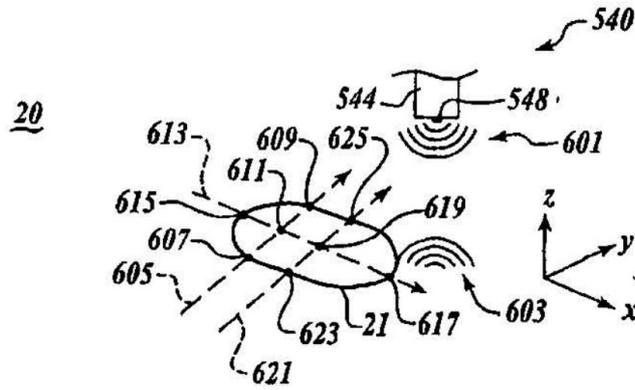


Fig. 29

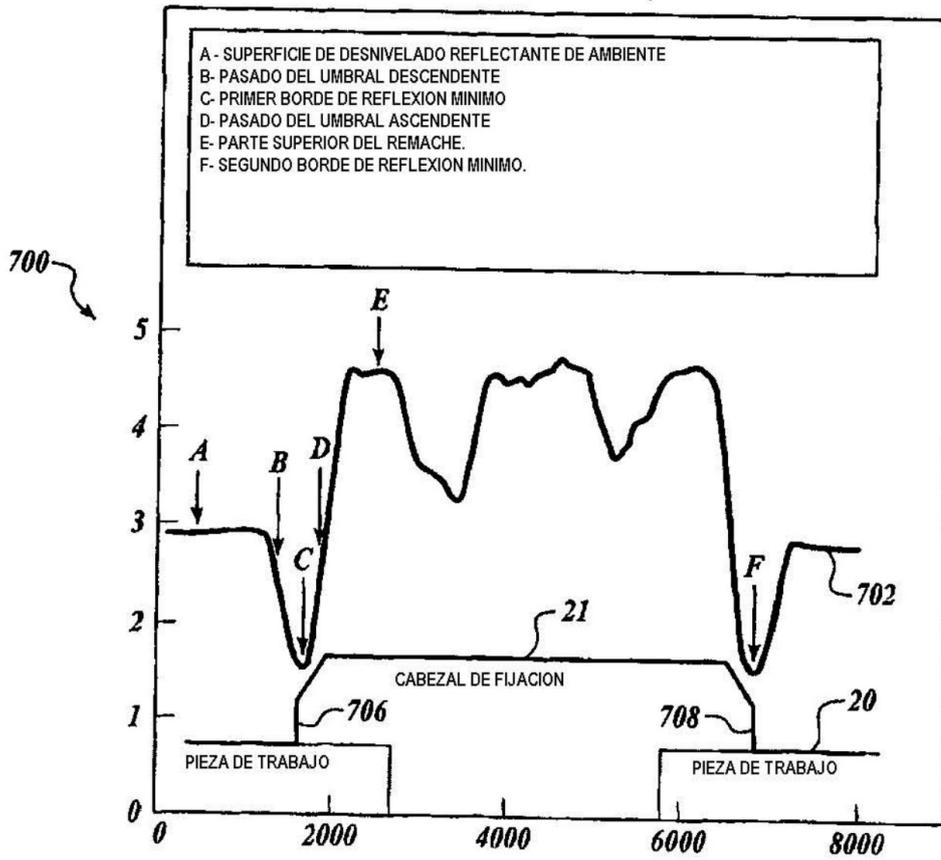


Fig. 30

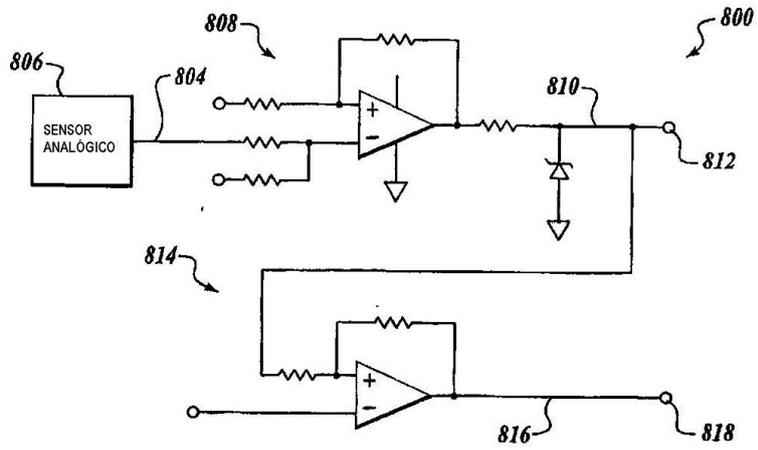


Fig.31

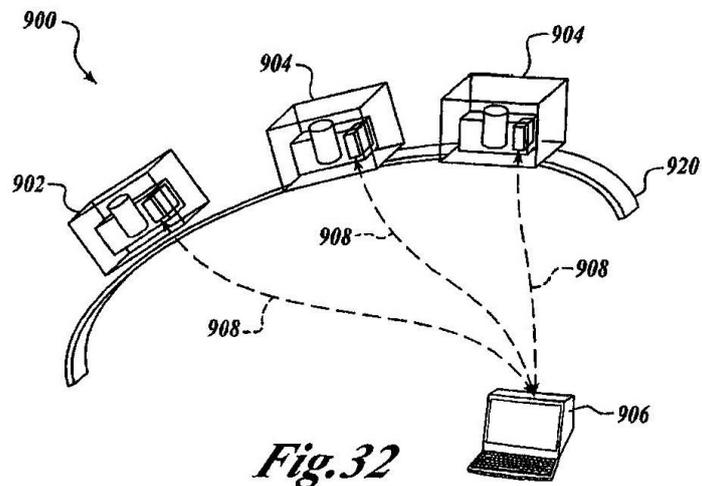


Fig.32

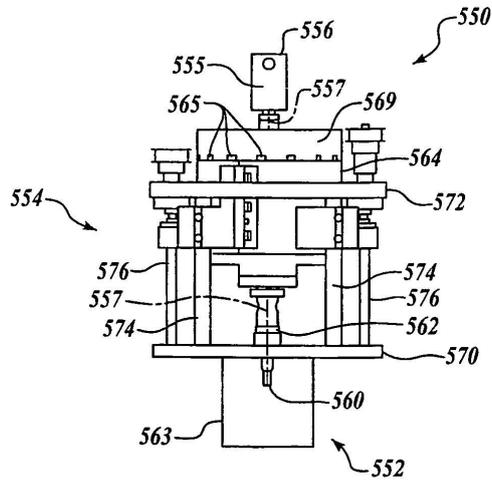


Fig. 33

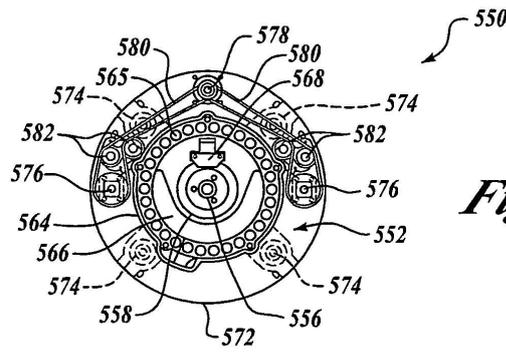


Fig. 34

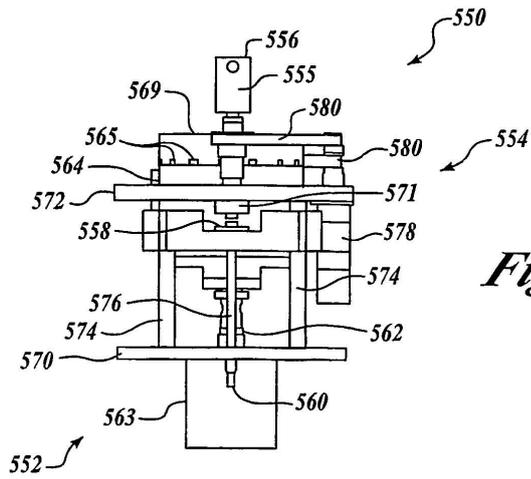


Fig. 35