

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 838**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/03 (2006.01)

B23Q 1/76 (2006.01)

B64F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2011 E 11797128 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2635400**

54 Título: **Aparato para aligerar paneles o placas delgadas mediante retirada de material**

30 Prioridad:

05.11.2010 IT BS20100176

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

30.12.2014

73 Titular/es:

**C.M.S. S.P.A. (100.0%)
Via A. Locatelli, 49
24019 Zogno (Bergamo), IT**

72 Inventor/es:

**PESENTI, GINO y
ACETI, PIETRO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 525 838 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

Aparato para aligerar paneles o placas delgadas mediante retirada de material

La presente invención se refiere a un aparato para el mecanizado de retirada de material de artículos finos, flexibles y conformados, tales como paneles, placas o láminas de metal fabricadas de aleaciones ligeras de aluminio, titanio, o compuestos metálicos o basados en resinas orgánicas.

Estado de la técnica

En algunos campos de la industria, por ejemplo en el campo aeronáutico del revestimiento del fuselaje, se requiere y se utilizan paneles metálicos que tienen espesores finos, en el orden de unos pocos milímetros, y también de diversas formas y curvas, en los que, después de su formación previa, se deben hacer operaciones destinadas a la obtención de bolsillos o pozos, avellanados o simplemente una reducción en el espesor para un aligeramiento, en donde se puede hacer, sin afectar a la resistencia de los mismos.

De acuerdo con la técnica conocida, tales operaciones pueden realizarse mediante un proceso de ataque químico, que también se define como fresado químico. Este proceso se realiza con un enmascaramiento preventivo, mediante una película protectora llamada "enmascarante", de las superficies del panel, y despejándose sólo el área a tratar, para dejarla al descubierto. Después, el panel se sumerge o se pulveriza con una solución capaz de convertir el metal en una sal metálica, que se elimina posteriormente mediante una renovación continua de la solución de reacción. Sin embargo, este proceso implica diversas operaciones y desventajas. De hecho, el panel debe ser sometido a una limpieza preliminar. A continuación, debe cubrirse con una película protectora con el cuidado de cortar y retirar partes de película donde tiene que realizarse el fresado químico. Después del tratamiento químico, los paneles se lavarán por lo menos para la retirada de la película de enmascarar restante. Las áreas con diferentes profundidades no pueden realizarse solamente con una operación; las soluciones de reacción utilizadas podrían convertirse en fuentes de residuos a tratar y los fluidos de lavado también tienen que ser tratados.

Con el objetivo de superar los inconvenientes del proceso de fresado químico, también se ha propuesto el mecanizado de paneles delgados y flexibles del tipo antes mencionado mediante la retirada localizada de material mediante herramientas de fresado, de perforación o similares. Cada panel se apoya entonces sobre un respectivo soporte fijo o móvil, de manera que la parte de su lado a mecanizar se podría acceder con una herramienta llevada por al menos un cabezal operativo de una máquina herramienta que puede tener diseños diferentes. Pero en este caso el empuje de la herramienta tendería a deformar indebidamente el panel delgado y flexible y no sería capaz de controlar directamente la profundidad de pasada en el área de trabajo de vez en cuando. Por lo tanto, surge el problema de contrarrestar el empuje de la herramienta en la pieza de trabajo, problema que trata de ser resuelto mediante el uso de un elemento de intercalación que se apoya en el lado opuesto del panel en el área de trabajo, que está frente a la herramienta que opera en el otro lado.

Los documentos US 5.121.907, WO 2005/046931 y EP 1564135B1, por ejemplo, son indicativos de la técnica anterior respecto a este documento. En particular, el primero de estos documentos describe solamente una mesa giratoria para la recolocación de una placa plana en una placa curvada/conformada y que la soporta durante el mecanizado, pero sin divulgar ni sugerir cómo se realizan las operaciones. Otros documentos se refieren a procedimientos de procesamiento de materiales laminares que incluyen principalmente la utilización de un elemento de soporte individual sustancialmente esférico o semiesférico con un cabezal de contraempuje. Esto, sin embargo, define una superficie de soporte de la pieza de trabajo esencialmente en forma de punta y, sin embargo, más o menos equivalente en tamaño a la superficie de empuje de la herramienta y que, cuando la pieza de trabajo se curva, se apoya sólo tangencialmente sobre la zona a sostener. Por lo tanto, el elemento de soporte, al estar constantemente delante de la herramienta y para que su acción de soporte sea eficaz, debe seguir continuamente los movimientos de la herramienta, tanto es así que la herramienta y el elemento de soporte deben controlarse y desplazarse en sincronismo y sus ejes debe coincidir entre sí. En otras palabras, el elemento de soporte está limitado de manera funcional y cinemática a la herramienta, ya que tiene que seguir cada movimiento de esta última y la distancia entre la herramienta y el elemento de soporte tiene que medirse continuamente durante el trabajo.

El documento EP-0 507 033 divulga un aparato según el preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto de la invención

La presente invención tiene como objetivo resolver el problema ya mencionado y eliminar los inconvenientes antes mencionados y hacer más flexible y eficaz la mecanización de retirada de material de los paneles o placas delgadas, flexibles y conformadas (denominadas en lo sucesivo simplemente como pieza de trabajo o piezas de trabajo) para su uso, por ejemplo, en la fabricación de aeronaves comerciales.

Otro objeto de la presente invención es maximizar la calidad de la fabricación que se puede obtener a través de un modelado matemático de las piezas de trabajo.

Por lo tanto, en su primer aspecto, la presente invención se refiere a un aparato como se define en la reivindicación 1.

Preferiblemente, cada elemento de soporte está asociado con un actuador neumático correspondiente que controla el movimiento respecto al tablero.

5 El aparato propuesto en el presente documento proporciona mejoras y tiene ventajas significativas respecto a la técnica conocida. De hecho, permite, en general, optimizar el espacio de trabajo, limitándolo a no mucho más que las dimensiones máximas de la pieza de trabajo a mecanizar, para disminuir el área a mantener limpia de virutas, además, ayudando a la evacuación de las mismas y a la reducción de los tiempos de los ciclos de trabajo.

10 Preferiblemente, la mesa de trabajo es estacionaria e incluye dos resaltes paralelos a una distancia variable y, en relación con dichos resaltes, unos medios de soporte diseñados para constituir un plano de configuración variable para un soporte transitorio de la pieza de trabajo a mecanizar, y unos medios de sujeción diseñados para sujetar al menos los lados de la pieza de trabajo y sujetarla durante su mecanizado independientemente de dichos medios de soporte.

Alternativamente, la mesa de trabajo puede desplazarse al menos en el plano de soporte de la pieza de trabajo a mecanizar, o en paralelo a un plano de manipulación de la unidad de mecanizado. También con esta configuración, la mesa de trabajo tiene medios de soporte y medios de sujeción independientes de la pieza de trabajo a mecanizar.

15 En general, entonces, la mesa de trabajo, debido a su configuración, permite una única colocación de la pieza de trabajo durante todo el ciclo de trabajo y, por lo tanto, menos necesidad de manipulación de la pieza de trabajo, ausencia de liberación y recuperación posterior de la pieza de trabajo durante el ciclo de trabajo, menor riesgo de errores de trabajo y también la posibilidad de realizar procesos complementarios, tales como la perforación u otra etapa de aligeramiento. Además, y ventajosamente, la mesa de trabajo es ajustable para su adaptación a piezas de trabajo de diferentes tamaños y formas y así la pieza de trabajo está siempre y firmemente en la misma posición horizontal para todas las operaciones de trabajo.

En cuanto al tablero de soporte y de contraempuje, tiene las siguientes ventajas:

- 25 - es capaz de adaptarse a cada diseño de la superficie de la pieza de trabajo a mecanizar, también antes de interactuar con la propia pieza de trabajo, de acuerdo con un programa de control que tiene en cuenta la forma de una superficie como tal,
- proporciona una superficie de descanso grande para un mejor soporte de la pieza de trabajo y contrarresta el empuje de la pieza de trabajo,
- se libera funcionalmente de la herramienta, de manera que se puede mantener estacionaria mientras la herramienta realiza la operación en curso, y también
- 30 - permite las operaciones de trabajo con la herramienta en varias porciones de la pieza de trabajo en la zona que se apoya en el mismo tablero de contraempuje,
- puede ajustar y administrar de vez en cuando la profundidad de pasada, así como los movimientos de la herramienta en función de la operación que se realiza.

El aparato y el ciclo de trabajo de cada pieza pueden programarse y gestionarse con unidades de control numérico.

35 Preferiblemente, los medios de contraempuje comprenden, para cada elemento de soporte del tablero, un sensor correspondiente que detecta el desplazamiento. Por ejemplo, a cada elemento de soporte se le asocia un codificador, detectando este último el desplazamiento completado por el elemento de soporte para desplazarlo hasta topar contra la superficie a mecanizar de la pieza de trabajo.

40 Preferiblemente, los elementos de soporte pueden desplazarse respecto al tablero en cualquier posición entre la posiciones proximal (pasiva) y distal (activa) mencionadas anteriormente, en la práctica cualquier posición entre una posición retraída y una posición extendida, que corresponde al tope contra la superficie de la pieza de trabajo en operación normal.

Más preferiblemente, cada elemento de soporte comprende su propio actuador neumático que, cuando se activa, producen el desplazamiento respecto al tablero.

45 Preferiblemente, el desplazamiento de los elementos de soporte se mide mediante los respectivos codificadores, que generan señales eléctricas que corresponden al valor detectado de desplazamiento. Las señales eléctricas generadas por los codificadores son recogidas y procesadas por una unidad de control especial del aparato; el procesamiento se utiliza para mapear la superficie de la pieza de trabajo, es decir, para definir un modelo matemático de la superficie de la pieza, como se obtiene a partir de la adquisición de las coordenadas de sus puntos.

Ventajosamente, el mapeado de la superficie de la pieza se puede obtener además de las operaciones de aligeramiento. En otras palabras, el tablero se puede utilizar con herramienta o también solamente para obtener el mapeado de la superficie de la pieza. Por lo tanto, el tablero puede operarse de manera independiente por parte del usuario para el mapeado de la totalidad o de parte de la superficie de la pieza dispuesta sobre la mesa de trabajo.

55 Una vez que a la superficie de la pieza se le ha mapeado, total o parcialmente, el modelo matemático procesado se

utiliza para optimizar el proceso de fabricación posterior de la superficie de la pieza opuesta a la superficie mapeada. Por ejemplo, la superficie mapeada es la superficie inferior de una placa de metal y el proceso de fabricación es un fresado de la superficie superior correspondiente de la placa. El modelo matemático puede adoptarse como modelo de la forma real de la pieza de trabajo.

- 5 En su segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 24, para el mapeado de la superficie de una pieza de trabajo en un aparato para el mecanizado de superficies de piezas de trabajo delgadas, flexibles y conformadas, tales como paneles, placas o láminas de metal.

En particular, el procedimiento comprende las etapas de:

a) situar un aparato que comprende

10 - una unidad de mecanizado portátil móvil, provista de al menos una herramienta, una mesa de trabajo fija o móvil respecto a la unidad de mecanizado, diseñada para soportar una pieza de trabajo a mecanizar, y unos medios de contraempuje diseñados para apoyarse contra una parte de la superficie de la pieza de trabajo opuesta a la que trabaja dicha herramienta, en el que

15 - los medios de contraempuje consisten en un tablero, móvil a lo largo de al menos dos ejes, que lleva una pluralidad de elementos de soporte orientados hacia la pieza de trabajo a mecanizar, y en el que

- dichos elementos de soporte son móviles independientemente entre sí entre una posición, llamada posición pasiva, proximal a dicho tablero, y una posición distal respecto a dicho tablero, llamada posición activa, y

20 b) colocar dicho tablero en una porción correspondiente de la pieza a mapear;

c) mover uno o más de dichos elementos de soporte respecto al tablero y desplazarlo hasta que tope contra la superficie de la pieza de trabajo;

d) detectar el desplazamiento realizado por cada uno de dichos elementos de soporte para topar contra la superficie de la pieza de trabajo;

25 e) en base a la detección de la etapa d) calcular las coordenadas de cada punto de la superficie de la pieza de trabajo contra la que un elemento de soporte se desplaza hasta topar; y

f) repetir las etapas b) a e) para mapear una o más porciones de la superficie de la pieza de trabajo, o de toda su superficie.

30 Con la expresión "mapeado" se pretende detectar las coordenadas del punto de la superficie de la pieza respecto a un marco de referencia. Una detección de este tipo permite definir un modelo matemático de la superficie de la pieza, por ejemplo un modelo tridimensional utilizable para optimizar el mecanizado de la propia pieza de trabajo, por ejemplo un fresado posterior de la superficie de la pieza opuesta a la superficie mapeada.

35 Una vez que se ha definido el modelo matemático de una porción de la superficie de la pieza, tal modelo se utiliza para optimizar el posterior mecanizado de la superficie opuesta de la pieza de trabajo, por ejemplo, para fresar tal superficie. En otras palabras, el tablero del aparato se utiliza para mapear una porción de la superficie de la pieza, por ejemplo la superficie exterior, y en una etapa inmediatamente siguiente, para soportar la herramienta en las operaciones de trabajo previstas en la superficie opuesta interior.

40 En la práctica, el aparato funciona en retroalimentación basado en el modelo matemático que se define a través del mapeado. Las posibles deformaciones localizadas de la pieza de trabajo dispuesta sobre la mesa de trabajo - las deformaciones causadas, por ejemplo, mediante flexiones, torsiones, dilataciones térmicas, etc. - están equilibradas. La unidad de control del aparato puede programarse para tener en cuenta el modelo matemático como una indicación de la superficie real de la pieza de trabajo en ese momento y se adopta a continuación como referencia para los procesos que se implementan en la superficie opuesta a la superficie mapeada. De esta manera, se evitan errores de procesamiento, por ejemplo, se evita un fresado demasiado profundo de la superficie opuesta a la mapeada.

45 Por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención es muy útil para optimizar las calidades de los posibles procesos con el aparato descrito anteriormente.

50 Preferiblemente, el desplazamiento de cada elemento de soporte es detectado mediante un sensor correspondiente, por ejemplo, un codificador que genera una señal recogida por el controlador. Las señales son procesadas mediante el controlador como se describe anteriormente para calcular las coordenadas de la etapa e) del procedimiento y definir el modelo matemático mencionado anteriormente.

En la práctica, se utilizan los elementos de soporte, si es necesario, también como trazadores en la superficie de la

pieza de trabajo. Este uso es independiente, y es anterior al uso para contrarrestar el empuje de la pieza de trabajo. Preferiblemente, el tablero puede operarse para realizar el mapeado de la superficie inmediatamente antes de una etapa de mecanizado de la pieza en la superficie opuesta.

5 En la práctica, la detección de los desplazamientos de los elementos de soporte permite definir al menos una coordenada, por ejemplo a lo largo de un eje Z ortogonal al tablero, de los puntos correspondientes en la superficie de la pieza; la posición del tablero en comparación con la mesa de trabajo y respecto a la línea vertical se identifica por las coordenadas restantes, por ejemplo X, Y. En última instancia el procedimiento permite procesar una matriz de coordenadas X, Y, Z de los puntos de la superficie de la pieza de trabajo sondeada por los elementos de soporte.

10 El experto en la técnica comprenderá que cuanto más exacta sea el mapeado de la superficie de la pieza mayor es el número de puntos sondeados.

Como se ha descrito, los elementos de soporte pueden funcionar de forma independiente entre sí, pero preferentemente se operan en grupos predefinidos. Por ejemplo, los elementos de soporte están dispuestos según una matriz y se operan en paralelo y/o filas ortogonales, si no en grupos de elementos de soporte adyacentes, etc.

15 En una realización del procedimiento de acuerdo con la invención, la definición del modelo matemático de la superficie de la pieza de trabajo puede de todos modos proporcionar la interpolación de las coordenadas detectadas; de esta manera, se minimiza el número de puntos a sondear para obtener el modelo.

Breve descripción de los dibujos

Por otro lado, la invención se ilustrará con más detalle en el transcurso de la descripción hecha con referencia, a modo de ejemplo y sin limitación, a los dibujos adjuntos, en los que:

20 - La figura 1 muestra esquemáticamente una vista axonométrica de un aparato de acuerdo con la presente invención;

- La figura 1a muestra una vista superior del aparato de la figura 1;

- La figura 2 muestra una vista lateral del aparato de la figura 1a en la etapa de posicionamiento de una pieza de trabajo sobre la mesa de trabajo;

25 - La figura 3 muestra una vista en un aparato similar al de la figura 2, pero con la pieza de trabajo en la posición de trabajo sujeta mediante abrazaderas laterales y con el tablero de contraempuje en diferentes posiciones;

- La figura 4 muestra una vista del plano vertical F-F en la figura 3;

- La figura 4a muestra una vista similar a la figura 4, pero con la herramienta y el tablero de contraempuje en diferentes posiciones operativas;

30 - La figura 5 muestra una vista en perspectiva solamente del tablero de contraempuje;

- Las figuras 5a, 5b y 5c muestran, respectivamente, las vistas lateral, superior y frontal del tablero de contraempuje en la figura 5;

- La figura 6 muestra una sección vertical de un elemento de soporte sobre la mesa de trabajo;

- La figura 6a muestra una vista ampliada de la porción enmarcada en la figura 6; y

35 - La figura 7 muestra una posición del tablero de contraempuje respecto a la herramienta de trabajo y el área en la que la herramienta puede trabajar respecto al tablero;

- La figura 8 es una vista en perspectiva de un detalle del aparato mostrado en la figura 1.

Descripción detallada de la invención

40 El aparato de acuerdo con la invención se indica genéricamente en la figura 1 con el número de referencia **11** y comprende esencialmente una unidad de mecanizado de control numérico **12**, una mesa de trabajo **13** y medios y un tablero de contraempuje **14**.

45 En particular, la unidad de mecanizado **12** puede ser del tipo que tiene un cabezal de accionamiento de múltiples ejes **15**, montado sobre una estructura de puente de soporte **16** móvil a lo largo de unos carriles **17** y lleva al menos una herramienta **18** para las operaciones mecánicas a realizar sobre piezas de trabajo **19** finas, flexibles y también curvadas de forma preventiva, por ejemplo, pero no exclusivamente, en forma de paneles destinados a cubrir el fuselaje de una aeronave.

En la realización mostrada en las figuras, la mesa de trabajo **13** es estacionaria. La mesa de trabajo **13** está dispuesta entre los carriles **17** de la unidad de mecanizado **12**, preferiblemente en una posición estacionaria.

5 Comprende dos resaltes laterales **20**, paralelos entre sí y a los carriles **17**, así como a una distancia variable entre sí según un eje **Y** (figura 1a), ambos soportados mediante guías transversales **21** y convenientemente accionados. Entre los dos resaltes laterales **20**, unas vigas o lechos **22** están montados transversalmente, ambos llevando al menos una fila de medios de soporte **23**. Estos lechos **22** son accionados y se pueden desplazar de forma individual o en grupos, en paralelo entre sí, para poder acercarse y separarse entre sí según un eje **X** (figura 1a) sobre la base de la pieza de trabajo a mecanizar.

10 Los medios de soporte **23** en cada lecho **22** están todos en una disposición vertical. Cada uno de los mismos consiste en un actuador **24** provisto de un servomotor **25** para controlar un vástago **26** que puede extenderse en altura y que lleva en su parte superior un cabezal con una ventosa **27** ajustable en todas las direcciones y conectada al menos a una fuente de vacío. Además, dichos medios de soporte **23** pueden estar fijados sobre el respectivo lecho **22**, pero preferiblemente se accionan y son móviles de manera selectiva a lo largo del propio lecho **22** según el eje **Y**.

15 En general, los medios de soporte **23** adecuadamente seleccionados, activados y colocados en diferentes posiciones de altura concurrirán proporcionando un lecho o superficie de soporte que tiene una disposición variable, correspondiente a la forma longitudinal y transversal de la pieza de trabajo **19**, que de vez en cuando se apoya temporalmente.

En los resaltes laterales **20** de la mesa de trabajo están unidos unos medios de sujeción **28** orientados en la dirección del eje **Y**, con los medios de sujeción en un resalte orientado hacia los otros resaltes laterales.

20 En particular, los medios de sujeción **28** comprenden cada uno una abrazadera **29** montada en el extremo de una varilla **30** colocada a bordo de un soporte **31** asociado con un respectivo resalte lateral **20**. En el caso de que los soportes **31** de los medios de sujeción **28** puedan ser móviles y puedan colocarse a lo largo de los resaltes laterales **20** según el eje **X**, las varillas **30** que llevan las abrazaderas **29** son de todos modos móviles y se pueden colocar según el eje **Y** con relación a los resaltes laterales **20** y cada abrazadera **29** se articularán y serán ajustables en todas las direcciones. Además, los medios de sujeción **28** pueden ser activados selectivamente y colocarse en base a la geometría de la pieza a mecanizar para:

- sujetar al menos los bordes laterales longitudinales de la pieza de trabajo **19** a mecanizar cuando esta última se apoya en los medios de soporte **23** de la mesa de trabajo **13**,
- mantener la forma de la pieza de trabajo y sostenerla firmemente sin los medios de soporte durante su mecanizado, y
- 30 - liberar la pieza de trabajo sobre los medios de soporte al final del mecanizado a realizar mediante la unidad de mecanizado.

Alternativamente, la mesa de trabajo **13** es móvil respecto al suelo y/o a la unidad de mecanizado **12** de acuerdo con procedimientos conocidos.

35 El tablero de contraempuje **14** está montado y es móvil entre los resaltes **20** de la mesa de trabajo **13**, preferiblemente interpuesto entre los lechos **22**, con al menos un lecho en un lado y los lechos **22** restantes en la parte opuesta del propio lecho (figuras 1 a 3).

40 Las operaciones que deben realizarse mediante el aparato de la invención se dirigen usualmente para obtener localmente bolsillos, hoyos, avellanados, etc. y/o reducciones en el espesor de por lo menos una cara de la pieza de trabajo **19** con una herramienta **18** del centro de mecanizado **12**, cuya herramienta ejercerá empuje con por lo menos un componente ortogonal en el área de mecanizado, empuje que, como se mencionó anteriormente, requiere un contrapeso para evitar deformaciones de la pieza de trabajo.

45 El tablero de contraempuje **14** está diseñado para llevar a cabo tal función, apoyándose y adaptándose a la superficie de la pieza opuesta a la que la herramienta está trabajando, de vez en cuando en el área de mecanizado. Cuando la herramienta trabaja en la parte de la superficie cóncava, el tablero de contraempuje **14** se apoyará en la parte de la superficie convexa de la pieza de trabajo, como se muestra en los dibujos, y viceversa.

50 En particular, el tablero de contraempuje **14** (figura 5) comprende un cuerpo plano **32**, sustancialmente cuadrilátero, que tiene dimensiones limitadas respecto a la superficie de la pieza de trabajo **19**, pero de todos modos mayor que las dimensiones de la pieza de trabajo. Tal cuerpo **32** lleva una pluralidad organizada de elementos de soporte **33** que se elevan desde su superficie orientada hacia la pieza de trabajo **19**. Cada elemento de soporte **33** puede estar provisto de un cabezal **34** destinada a apoyarse sobre la pieza de trabajo **19**, pudiendo el cabezal ser en forma de ventosa **34**, como en el ejemplo mostrado en los dibujos, o cualquier otra forma, pero está dispuesto para oscilar en todas direcciones para poder adaptarse a la superficie de la propia pieza de trabajo.

En una realización de la presente invención, particularmente adaptada para la implementación del procedimiento reivindicado, el cabezal **34** de los elementos de soporte **33** es un trazador.

Además, cada elemento de soporte **33** (figuras 6, 6a) tiene su propio accionador **35** para su movimiento axial hacia y alejándose de la pieza de trabajo en diferente medida dependiendo de la forma de la superficie sobre la que tiene que apoyarse y puede estar provisto de un freno u otro aparato de bloqueo para estabilizar la posición seleccionada.

5 Preferiblemente, el accionador **35** es de un tipo neumático; alternativamente, el actuador **35** es oleodinámico o magnético.

El cuerpo **32** que lleva los elementos de soporte **33** del tablero **14** se aplica a un soporte **36**, a su vez asociado con una corredera **37** que se puede mover en altura a lo largo de un poste **38** (figuras 2 y 3) colocado a bordo de la viga horizontal transversal **39** montada entre los resaltes **20** de la mesa de trabajo **13**.

10 Más precisamente, el cuerpo **32** se monta sobre el respectivo soporte **36** mediante un primer eje de oscilación horizontal **40** y está conectado a un aparato **41** para accionar y controlar sus oscilaciones sobre tal eje. El soporte **36** está asociado con la corredera **37** a través de un segundo eje de oscilación horizontal **42** ortogonal al primer eje **40**. La corredera **37** está conectada a los medios de accionamiento - no representados - mediante sus movimientos en altura a lo largo del poste **38** sobre un eje **Z**. Este poste **38** se acciona, controla y se puede desplazar, mediante medios convenientes, a lo largo de la viga transversal **39** orientada en el eje **Y** de la mesa de trabajo **13**. Y la viga transversal **39** está a su vez accionada, controlada y se puede desplazar en el eje **Y** de la mesa de trabajo **13**.

15 Por lo tanto, el tablero de contraempuje **14** tiene un número de grados de libertad: de hecho, oscila en el primer eje **40** y en el segundo eje **42**, y es susceptible de moverse linealmente en los ejes **X**, **Y** y **Z** definidos anteriormente, además de llevar los elementos de soporte **33**, cada uno teniendo su propio cabezal o ventosa **34**, siendo también esta última susceptible de oscilaciones.

20 Los movimientos y la posición de los lechos **22**, los medios de soporte **23** y la mesa de trabajo **13**, así como del tablero de contraempuje **14**, y en el caso de los elementos de soporte **33**, están programados y gestionados de forma selectiva de vez en cuando sobre la base de las formas y las partes de la pieza de trabajo y/o la superficie a soportar, y de acuerdo con el mecanizado a realizar en la pieza de trabajo mediante la unidad de mecanizado **12**.

25 Por su parte, los elementos de soporte **33** en el tablero de contraempuje **14** pueden estar dispuestos en grupos y activarse selectivamente para evitar el uso de esos elementos de soporte que pueden encontrarse fuera de la superficie de la pieza a mecanizar, si el último es más pequeño que la superficie del tablero o por razones debidas a curvaturas especiales de la pieza de trabajo.

30 Preferiblemente, en cada elemento de soporte **33** están asociados un medidor de presión **33** y un circuito de control (no mostrado) correspondiente. Cuando el cabezal **34** de un elemento de soporte se desplaza topando contra la superficie de la pieza de trabajo **19**, se genera una depresión dentro del cabezal **34** y se detecta inmediatamente por el circuito de control respectivo. En este caso, el actuador **35** se desactiva, es decir, se detiene el empuje del elemento de soporte **33** hacia la pieza de trabajo **19**. De esta manera, se evita la generación de empujes sobre la pieza de trabajo **19** mediante un elemento de soporte **33**, que podrían causar una deformación indeseable localizada de la propia pieza de trabajo **19**.

35 A continuación, preferentemente, todos los elementos de soporte **33** puede ser accionados y gestionados para completar idealmente todo el recorrido entre las posiciones activa y pasiva, y de manera que se detienen en cuanto se golpean contra la superficie exterior de la pieza de trabajo **19** a mecanizar con respectivas ventosas, sin embargo, antes de completar todo el recorrido.

40 A continuación, los elementos de soporte **33** podrían adaptarse automáticamente porque su ventosa - los cabezales **34** conformados de vez en cuando ajustan su posición automáticamente a la forma de la superficie de la pieza. En otras palabras, después de la colocación del tablero de contraempuje **14** en una posición sustancialmente perpendicular y adyacente a la superficie de la pieza opuesta a la superficie a mecanizar, los elementos de soporte **33** reciben el impulso para realizar la totalidad de su desplazamiento, pero deteniéndose antes de completarlo tan pronto como cuando impacten con el cabezal en forma de ventosa **34** contra la superficie a "adquirir".

45 Alternativamente, los elementos de soporte **33** pueden ya estar dispuestos en una posición totalmente extendida durante la etapa de acercamiento del tablero de contraempuje **14** a la pieza de trabajo, es decir, antes de que el cabezal en forma de ventosa **34** impacto con la superficie de la pieza opuesta a la superficie a mecanizar. En este caso, la adaptación automática se consigue gracias al hecho de que los elementos de soporte, o el cabezal de apoyo **34**, se adaptan a la superficie de la pieza a través de la yuxtaposición del tablero, por supuesto cuando la distancia del tablero desde la superficie de la pieza de trabajo es inferior a la elevación totalmente extendida del accionador de cada elemento **33**. En la práctica, tan pronto como los cabezales **34** de los elementos de soporte **33** están soportados contra a la superficie de la pieza, sus actuadores **35** se retraen parcialmente debido a la estandarización de retirada, de vez en cuando de la posición del cabezal a la forma de la superficie de la pieza de trabajo.

55 En una realización diferente, los elementos de soporte **33** en el tablero de contraempuje **14** pueden estar equipados con desplazamientos configurados previamente y gestionados de manera que formen con los respectivos cabezales de soporte **34** un lecho "preformado" que depende de la geometría de la pieza de trabajo, incluso antes de que el

tablero, o tan pronto como este último se apoye sobre la propia pieza de trabajo.

5 Cuando el aparato está en estado de reposo, el cabezal operativo **15** de la unidad de mecanizado está estacionado, por ejemplo, en el extremo de la mesa de trabajo **13** y la placa de contraempuje **14** en el otro extremo - figuras 1, 1a. Entonces, antes de iniciar un ciclo de trabajo de una pieza de trabajo preconformada **19**, la distancia entre los resaltes **20** de la mesa de trabajo podría ajustarse de acuerdo con las dimensiones de la pieza de trabajo **19**, los medios de sujeción **28** son retirados en una posición inactiva y los lechos **22** con los respectivos medios de soporte **23** son gestionados y posicionados automáticamente para formar juntos un lecho o plano de soporte configurado para recibir la pieza de trabajo. Esta se coloca a continuación sobre los medios de soporte **23** - figura 2 - con la posible ayuda de unos medios de referencia para su orientación. A continuación, las abrazaderas **29** de los medios de sujeción **28** se mueven primero cerca de la pieza de trabajo **19** que actúan, por ejemplo manualmente, sobre las respectivas varillas **30** y después se activan para sujetar los bordes longitudinales de la pieza de trabajo. Los medios de soporte **23** se desactivan y se alejan de la pieza de trabajo para que ésta sólo sea soportada con las abrazaderas laterales. Los lechos **22** con los respectivos elementos de soporte **23** se mueven entonces a una posición separada, fuera de cualquier interferencia con el área de la pieza de trabajo, en su caso dejando activo uno de los mismos con la función de "mantenimiento" de la forma de la pieza de trabajo (figura 3).

10 En ese momento, el tablero de contraempuje **14** se coloca debajo de la pieza de trabajo (junto al posible lecho de nuevo activo) mediante el ajuste de la altura y de la orientación de acuerdo con la geometría de la propia pieza de trabajo, en las inmediaciones de su superficie opuesta al área a aligerar, después de que los elementos de soporte **33**, primero retraídos, se activen hasta adherirse a la superficie de la pieza de trabajo en la superficie a mecanizar, pero opuesta a la misma, es decir, frente a la herramienta que ejecutará la operación.

15 En este caso, se realiza un mapeado de una porción de superficie de la pieza de trabajo y la definición de un modelo matemático correspondiente.

20 El modelo matemático se utiliza mediante el controlador del aparato **11** para activar la herramienta **18**. En este caso, el tablero no se vuelve a colocar, sino que está en modo de espera para la aplicación del contraempuje respecto a la herramienta **18**. Obviamente, el vástago de los elementos de soporte está bloqueado mediante un aparato de rotura o bloqueo para estabilizar la posición y no retirarse bajo el empuje de la herramienta.

25 La pieza de trabajo entonces se coloca y se soporta para realizar las primeras operaciones con la herramienta **18** a bordo del cabezal operativo **15** de la unidad de mecanizado **12** en el tablero de contraempuje **14**, dentro de la zona de apoyo de este último, indicada con S en la figura 7. Después de estas primeras operaciones, la herramienta se lleva a una posición de reposo, el tablero de contraempuje **14** se desactiva, entonces se mueve y se activa otra vez en base a los programas para apoyarse y adaptarse a la superficie en una nueva área de trabajo de la pieza de trabajo - figura 3 - donde podría realizarse otra mecanización con la herramienta. Y así sucesivamente para su mecanizado preestablecido adicional en diferentes zonas de la pieza de trabajo. En caso de que el tablero se active para realizar un mapeado de la superficie de la pieza de trabajo **19** opuesta a la superficie a mecanizar.

30 Por lo tanto, y como se dijo anteriormente, el tablero de contraempuje **14** adopta y mantiene la misma posición durante el mecanizado mediante la herramienta, y para cada reposicionamiento es móvil independientemente de los movimientos operativos de la herramienta.

35 Además, con una gestión conveniente de los medios de soporte **23** y de los medios de sujeción **28** de la pieza de trabajo y el tablero de contraempuje **23**, podría realizarse un mecanizado suplementario y adicional de la pieza de trabajo.

40 La figura 8 muestra en perspectiva una vista de un único elemento de soporte **33**. El cabezal **34** y el accionador **35** alojados en el propio elemento **33** son visibles.

45 En su segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para el mapeado de la superficie de la pieza de trabajo **19**, que es un procedimiento para la detección de las coordenadas espaciales de los puntos de la superficie de la pieza de trabajo.

En particular, el procedimiento prevé el uso de los elementos de soporte **33** porque son trazadores capaces de detectar la posición de un punto correspondiente en la superficie de la pieza de trabajo **19** respecto a un marco de referencia del aparato.

50 Esto se consigue proporcionando a cada elemento de soporte **33** un sensor **332** correspondiente para detectar el desplazamiento del propio elemento **33**. Por ejemplo, el sensor **332** es un codificador capacitivo, óptico o magnético, etc.

55 En la práctica, el codificador **332** detecta el desplazamiento realizado por el respectivo elemento de soporte **33** para desplazarse topando contra la superficie de la pieza, por ejemplo, con un cabezal ajustable **34**, desplazándose respecto al tablero **14**. La señal generada por los codificadores de cada elemento de soporte activado **33** se recoge y se trata mediante el controlador para la extrapolación de las coordenadas de los puntos detectados o trazados. De esta manera el perfil de la pieza de trabajo **19** se define matemáticamente en tres dimensiones.

El procedimiento prevé que los elementos de soporte **33** puedan activarse de manera independiente entre sí. En la práctica, el controlador adquiere una matriz de coordenadas de cada punto de la pieza de trabajo **19** detectado mediante un elemento de soporte **33**.

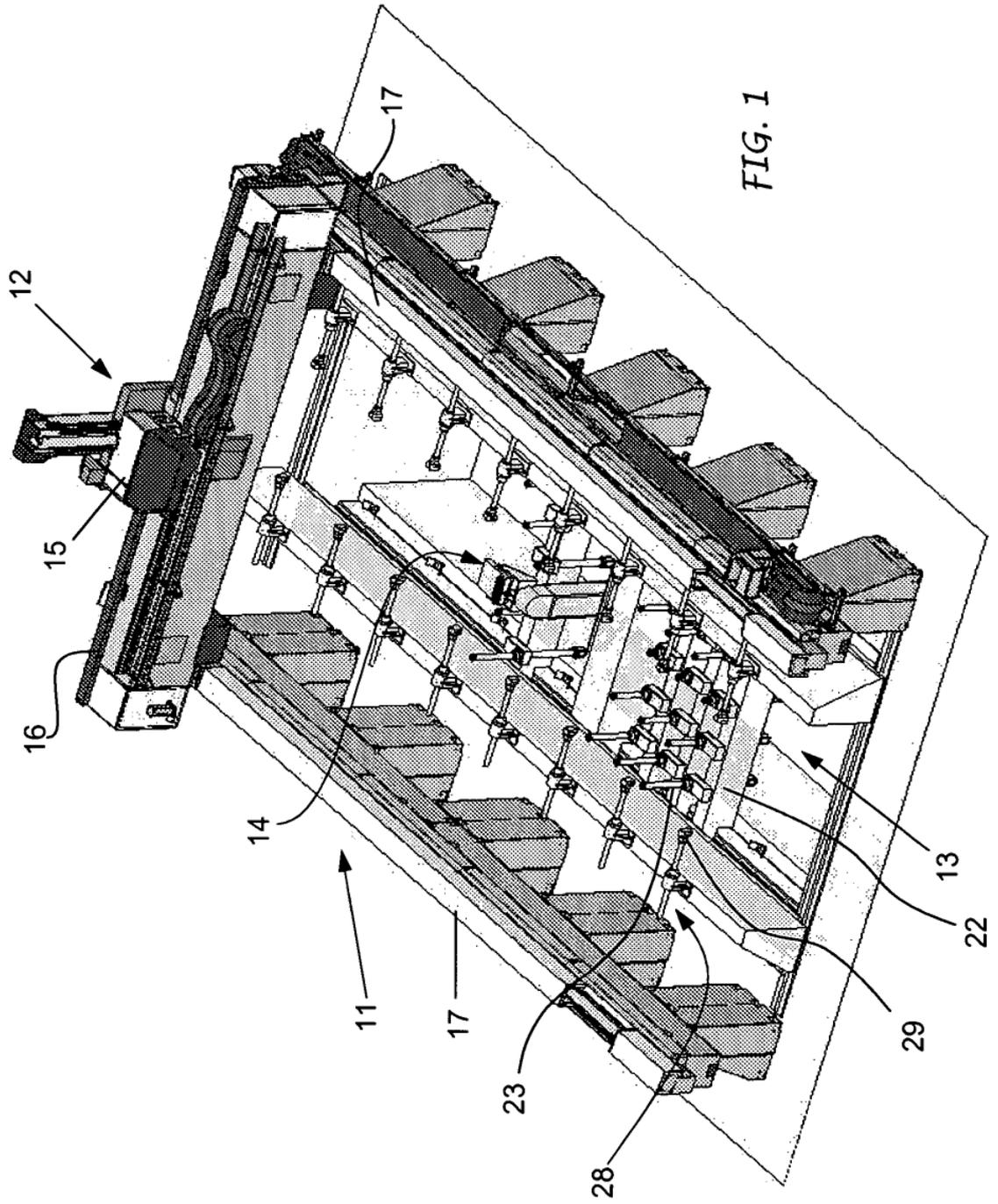
5 Los elementos de soporte **33** pueden activarse simultáneamente o en momentos diferentes entre sí. Además, los elementos de soporte **33** también se pueden activar individualmente o en grupos predefinidos, por ejemplo filas, sectores, etc.

10 El modelo matemático del perfil de la pieza de trabajo **19** se puede utilizar para maximizar la calidad de las operaciones de trabajo posteriores mediante el aparato **11** en la pieza de trabajo **19** en la superficie de la pieza de trabajo opuesta a la superficie mapeada, o para detectar de inmediato el desajuste de la pieza de trabajo **19** respecto a ciertos requisitos dimensionales para poder rechazar de inmediato la pieza de trabajo **19** que no se puede reparar, antes de realizar operaciones de trabajo innecesarias. Por ejemplo, el modelo utilizado para maximizar la calidad del molido de una superficie superior de la pieza de trabajo **19**.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (11) para el aligeramiento de piezas de trabajo (19) delgadas, flexibles y conformadas, tales como paneles, placas o láminas de metal, mediante la mecanización de retirada de material de sus superficies, que comprende una unidad de mecanizado portátil móvil provista de al menos una herramienta (18), una mesa de trabajo fija o móvil respecto a la unidad de mecanizado para recibir y soportar una pieza de trabajo (19) preconformada a mecanizar, y unos medios de contraempuje diseñados para apoyarse contra una parte de la superficie de la pieza de trabajo (19) en oposición a una de dichas herramientas de trabajo (18), en el que la mesa de trabajo (13) comprende medios de soporte (23), diseñados para constituir un lecho o un plano de configuración variable para un soporte transitorio de la pieza de trabajo (19) a mecanizar, **caracterizado porque** comprende medios de sujeción (28) diseñados para soportar la pieza de trabajo durante su mecanizado independientemente de dichos medios de soporte (23), y **porque** los medios de contraempuje consisten en un tablero (14) que lleva una pluralidad de elementos de soporte (33) orientados hacia la pieza de trabajo (19) a mecanizar, en el que dicho tablero (14) es móvil de acuerdo con varios ejes y dichos elementos de soporte (33) pueden operar individualmente o en grupos entre una posición proximal respecto al tablero (14) y una posición distal respecto al tablero (14) para definir un plano de soporte sustancialmente complementario a la forma de la superficie de la pieza de trabajo (19) contra la cual se deben apoyar los medios de contraempuje.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que la mesa de trabajo (13) comprende además dos resaltes laterales paralelos (20) capaces de colocarse a una distancia variable y que cooperan con dichos medios de soporte (23), y dichos medios de sujeción (28) están diseñados para sujetar al menos los lados longitudinales de la pieza de trabajo y para soportarla durante su mecanizado independientemente de dichos medios de soporte (23).
3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la mesa de trabajo (13) está fijada respecto a la unidad de mecanizado (12) y el tablero de contraempuje (14) es móvil respecto a la mesa de trabajo (13).
4. Aparato según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que dichos medios de soporte (23) se encuentran a bordo de lechos (22) montados entre los resaltes laterales (20) de la mesa de trabajo (13), en el que dichos medios de sujeción (28) están asociados con dichos resaltes laterales (20) orientados hacia el eje longitudinal de la mesa de trabajo, siendo cada medio de soporte sustancialmente vertical y con una altura ajustable y estando dichos lechos guiados y siendo capaces de desplazarse en paralelo respecto a sí mismos de acuerdo a la dirección de los resaltes laterales (20), para acercarse y separarse mutuamente dependiendo de la pieza de trabajo a mecanizar.
5. Aparato según la reivindicación 4, en el que cada medio de soporte comprende un accionador (24) con un servomotor de control (25) de un vástago (26) que puede extenderse en altura y que lleva un cabezal con una ventosa (27) ajustable en todas direcciones y conectada al menos a una fuente de vacío.
6. Aparato según la reivindicación 5, en el que dichos medios de soporte (23) están fijados al lecho (22) respectivo.
7. Aparato según la reivindicación 5, en el que dichos medios de soporte (23) están controlados y son móviles selectivamente a lo largo del lecho (22) en una dirección transversal respecto a la mesa de trabajo (13).
8. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada medio de agarre (28) comprende una abrazadera (29) montada en el extremo de una varilla (30) llevada por un soporte (31) asociado con un respectivo resalte lateral (20) de la mesa de trabajo (13).
9. Aparato según la reivindicación 8, en el que los soportes (31) de los medios de sujeción (28) están fijados a los resaltes laterales (20) y las varillas (30) que llevan las abrazaderas (29) se pueden colocar en la dirección transversal a la mesa de trabajo (13).
10. Aparato según la reivindicación 8, en el que los soportes (31) de los medios de sujeción (28) son móviles a lo largo de los resaltes laterales (20) y las varillas (30) que llevan las abrazaderas (29) podrían colocarse en la dirección transversal a la mesa de trabajo.
11. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que cada abrazadera (29) está articulada y puede orientarse en cualquier dirección respecto a la respectiva varilla (30).
12. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tablero de contraempuje (14) tiene unas dimensiones limitadas, en comparación con toda la superficie de la pieza de trabajo (19), pero intercepta un área mayor que el área interceptada de manera instantánea mediante la herramienta de trabajo.
13. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 12, en el que el tablero de contraempuje (14) se lleva a la posición de reposo contra la pieza de trabajo mientras la herramienta está inoperativa, y se mantiene estacionaria en dicha posición de reposo cuando la herramienta está trabajando.
14. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 13, en el que la junta de contraempuje (14) es móvil respecto a la mesa de trabajo (13) de acuerdo con tres ejes lineales ortogonales y es susceptible de oscilaciones/inclinaciones al menos en dos direcciones ortogonales entre sí.

- 5 15. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 14, en el que el tablero de contraempuje (14) comprende un cuerpo plano (32) que lleva una pluralidad ordenada de elementos de soporte (33), en el que dichos elementos de soporte comprenden un actuador (35) correspondiente y que puede ser activado y desplazado respecto a dicho plano, de manera independiente entre sí, entre las posiciones proximal y distal mediante dicho accionador (35).
16. Aparato según la reivindicación 15, en el que cada elemento de soporte (33) está provisto de un cabezal (34) diseñado para apoyarse contra la pieza de trabajo (19), pudiéndose orientar dicho cabezal.
- 10 17. Aparato según la reivindicación 15 o la reivindicación 16, en el que los elementos de soporte (33) en el tablero de contraempuje (14) están controlados para adaptarse automáticamente a la superficie de la pieza de trabajo (19) desplazándose topando contra la propia superficie, siendo dichos elementos de soporte simultáneamente móviles entre las posiciones proximal y distal y deteniéndose individualmente, cada uno en su posición distal, tan pronto como se apoyan contra la superficie de la pieza de trabajo (19).
- 15 18. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 16 a 17, en el que los elementos de soporte (33) están controlados para ajustarse automáticamente a la superficie de la pieza de trabajo, colocándose dichos elementos en una misma posición distal y moviéndose de nuevo en una diferente extensión respecto a dicha posición distal tan pronto como se apoyan con su cabezal de apoyo (34) contra la superficie (19) de la pieza de trabajo, dependiendo de la forma de esta última.
- 20 19. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 16 a 18, en el que cada elemento de soporte (33) es móvil entre las posiciones proximal y distal en diferente extensión dependiendo de la forma de la superficie de la pieza de trabajo (19) sobre la que debe apoyarse el cabezal de reposo (34), incluyendo dicho accionador (35) un freno u otro aparato de bloqueo para estabilizar la posición alcanzada.
- 25 20. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de contraempuje comprenden, para cada elemento de soporte (33), un sensor (332) para detectar el desplazamiento realizado por el respectivo elemento de soporte (33) para desplazarse topando contra la superficie de la pieza de trabajo (19).
- 30 21. Aparato según la reivindicación 20, en el que cada sensor (332) es un codificador que genera una señal indicativa de la posición adoptada por el respectivo elemento de soporte (33).
22. Aparato según la reivindicación 21, que comprende un controlador programado para adquirir las señales generadas por cada codificador (332) y procesar las mismas señales para definir un modelo matemático de la superficie de la pieza de trabajo (19).
- 35 23. Aparato según la reivindicación 22, en el que dicho controlador está programado para ejecutar programas de fresado sobre la base de dicho modelo matemático.
- 40 24. Procedimiento para el mapeado de al menos una porción de la superficie de piezas de trabajo delgadas, flexibles y conformadas, tales como paneles, placas o láminas de metal, comprendiendo el procedimiento las etapas de
- a) situar un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y situar una pieza de trabajo (19) a mecanizar sobre la mesa de trabajo (13) de dicho aparato (11); y
 - b) colocar dicho tablero (14) en una porción correspondiente de la pieza de trabajo (19) a mapear;
 - c) mover uno o más de dichos elementos de soporte (33) respecto al tablero (14) y desplazarlos topando contra la superficie de la pieza de trabajo (14);
 - d) detectar el desplazamiento realizado por cada uno de dichos elementos de soporte (33) para desplazarse topando contra la superficie de la pieza de trabajo (19);
 - e) en base a la detección de la etapa d), calcular las coordenadas de cada punto de la superficie de la pieza de trabajo (19) contra la cual se desplazó topando un elemento de soporte (33); y
 - f) repetir las etapas b) a e) para el mapeado de una o más porciones de la superficie de la pieza de trabajo (19), o toda su superficie.
- 45 25. Procedimiento según la reivindicación 24, que comprende además la etapa de:
- g) en base a dicha etapa e) y/o a dicha etapa f) definir un modelo tridimensional matemático de la superficie de la pieza de trabajo (19).
- 50 26. Procedimiento según la reivindicación 25, que comprende la etapa de:
- h) activar el aparato (11) para realizar el mecanizado de la pieza de trabajo (19) en base a dicho modelo tridimensional matemático



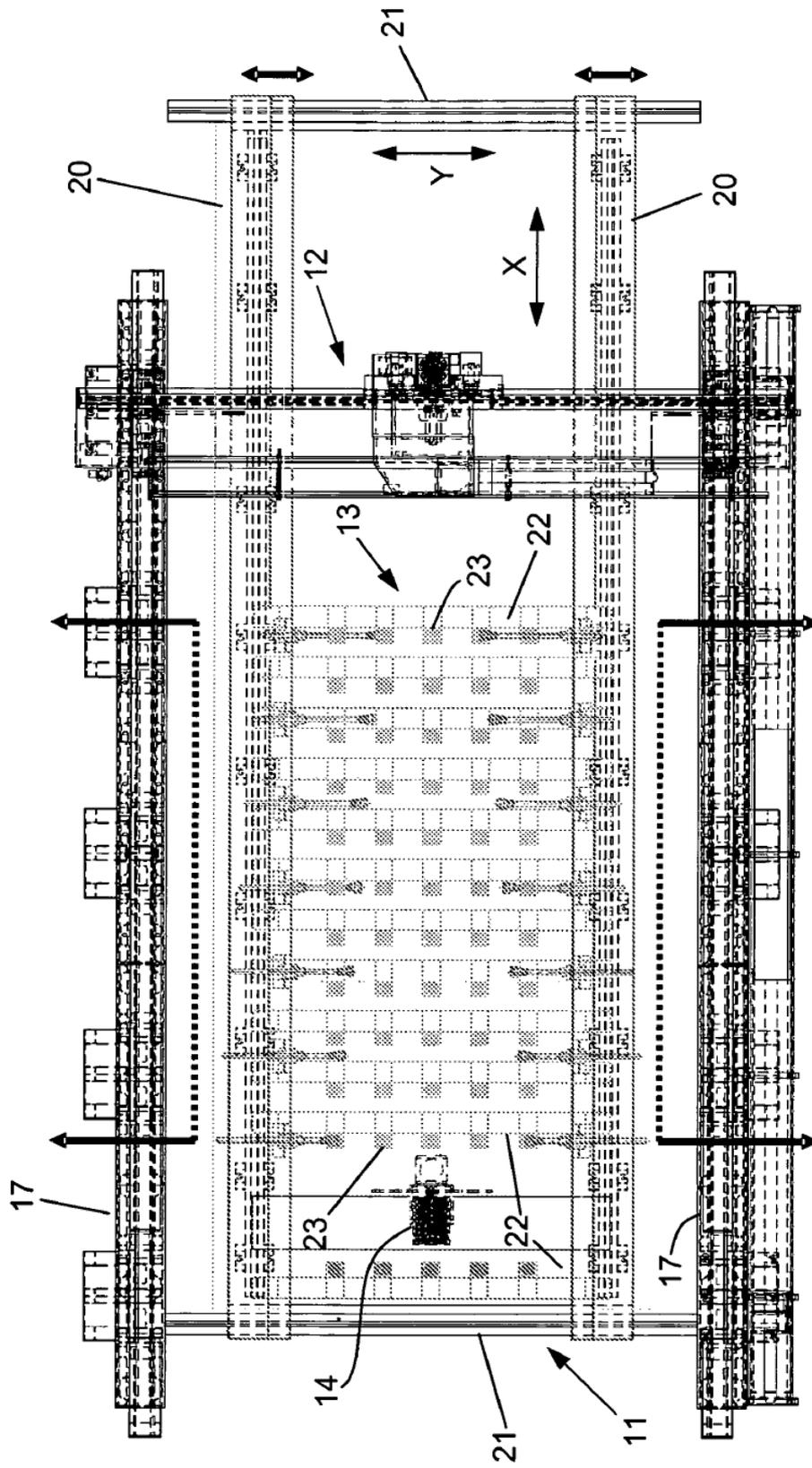
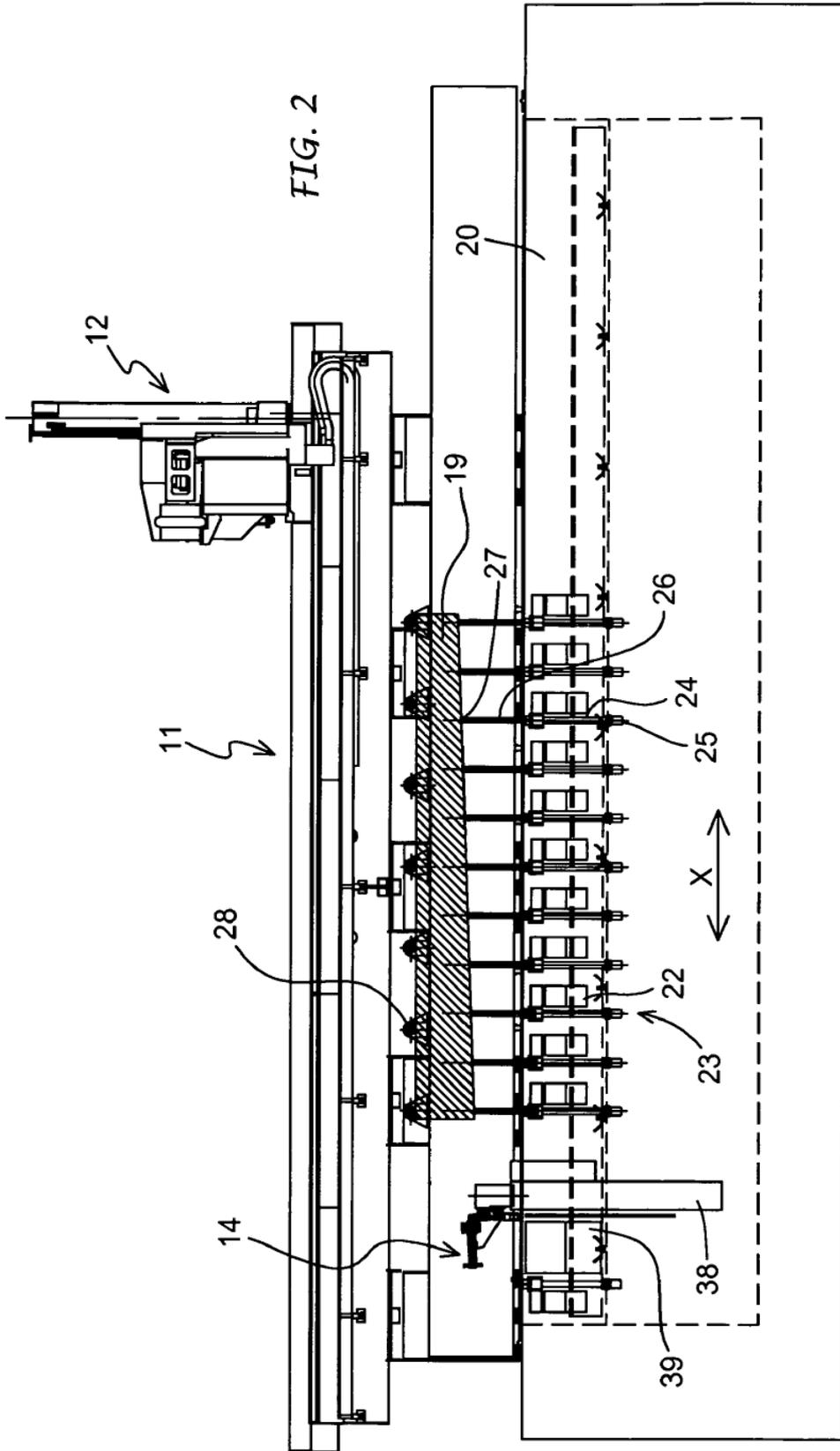


FIG. 1a



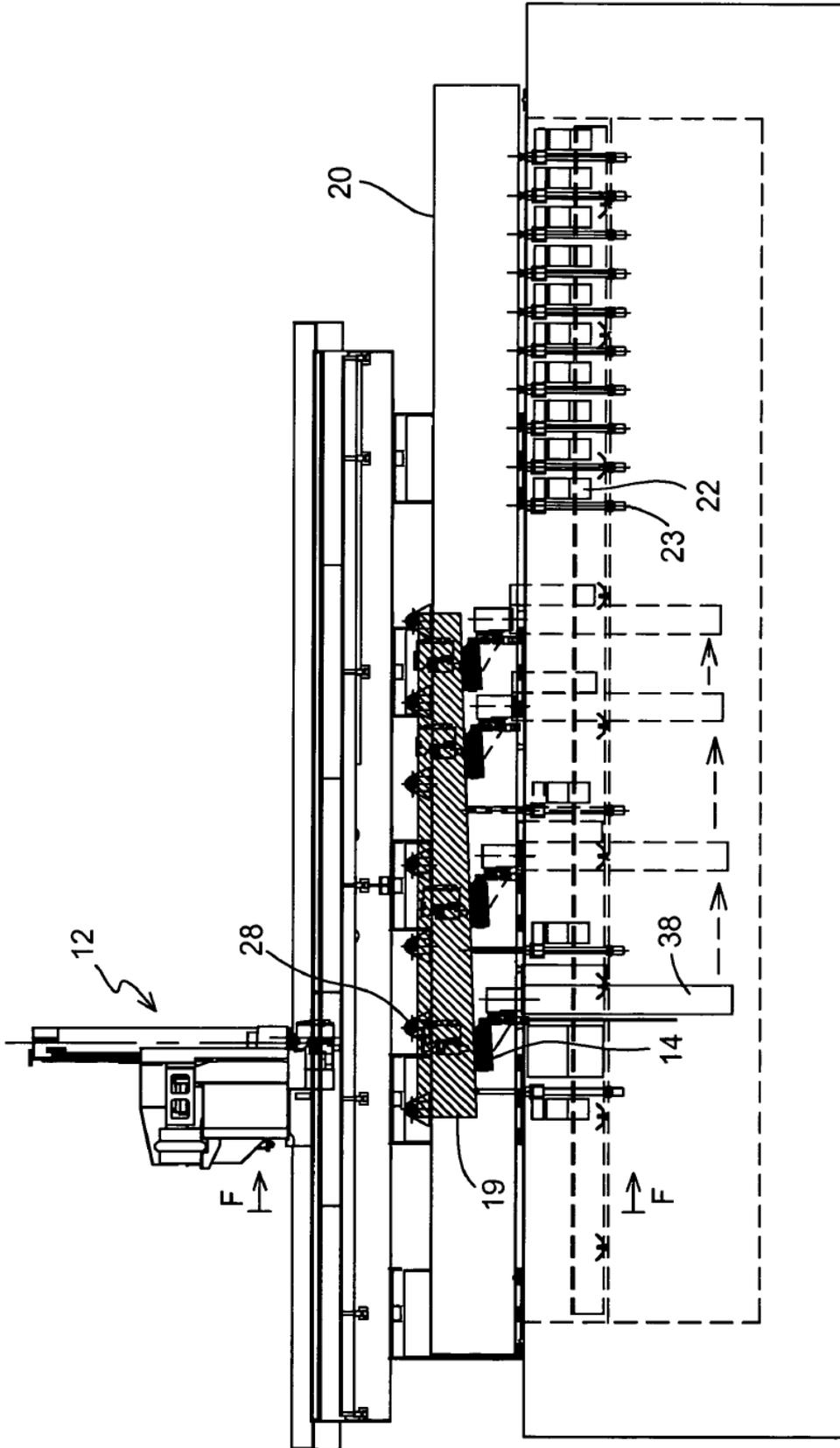
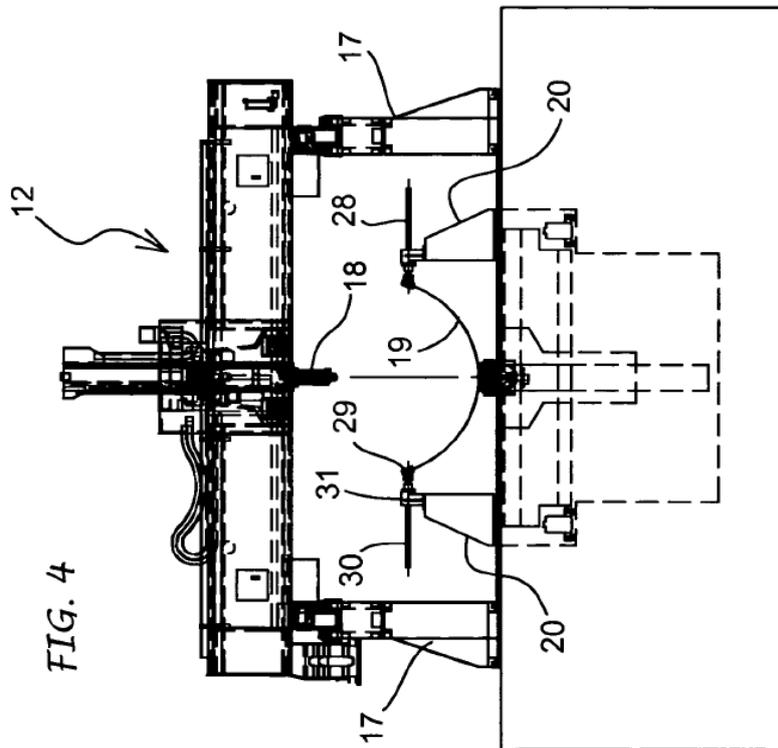
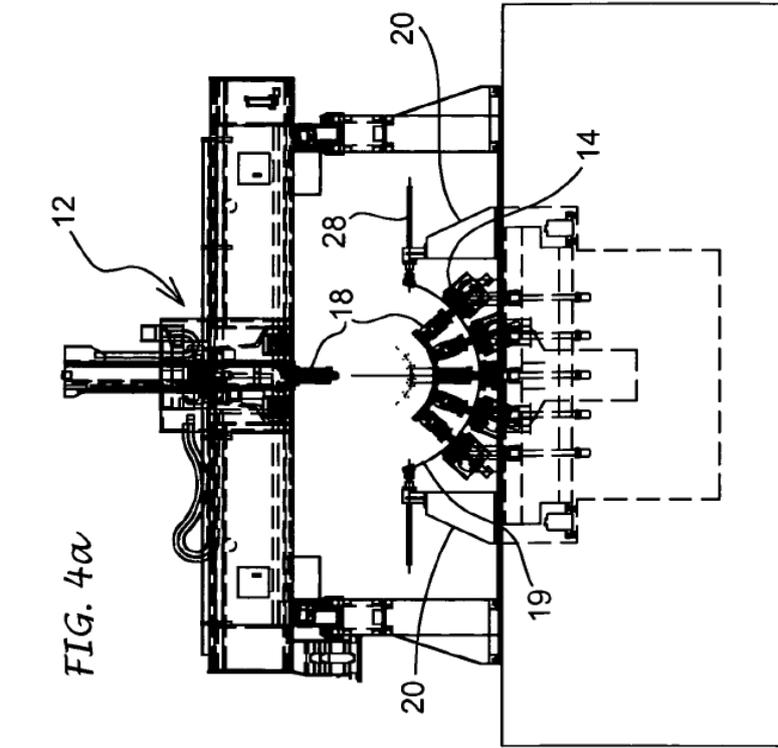


FIG. 3



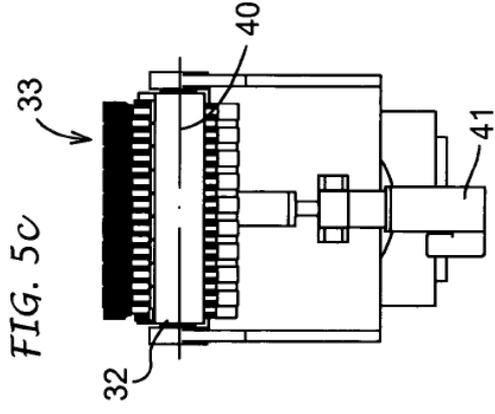


FIG. 5c

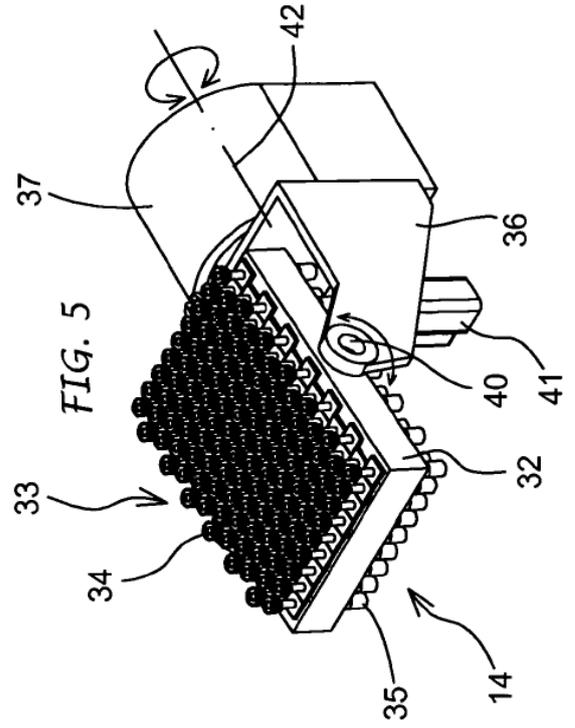


FIG. 5

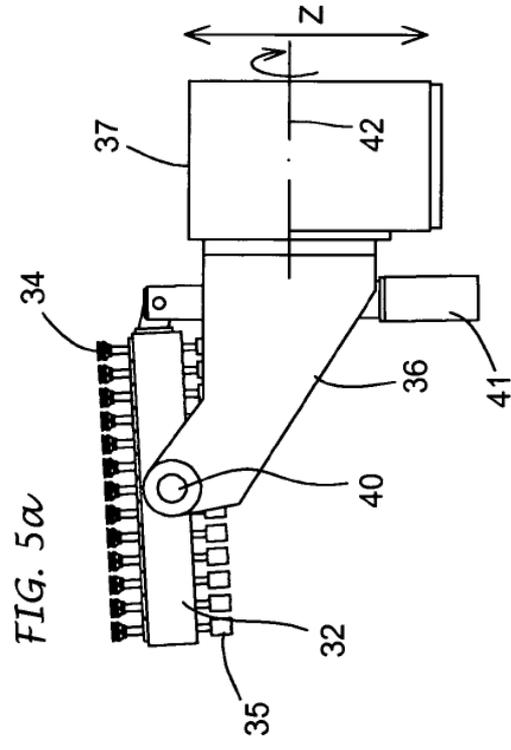


FIG. 5a

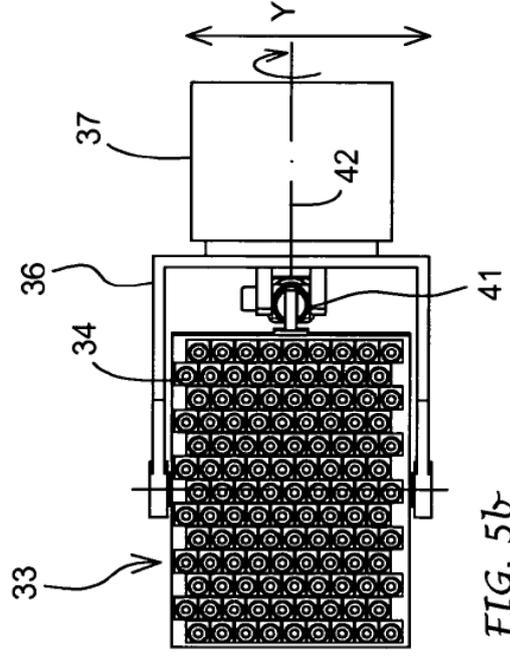
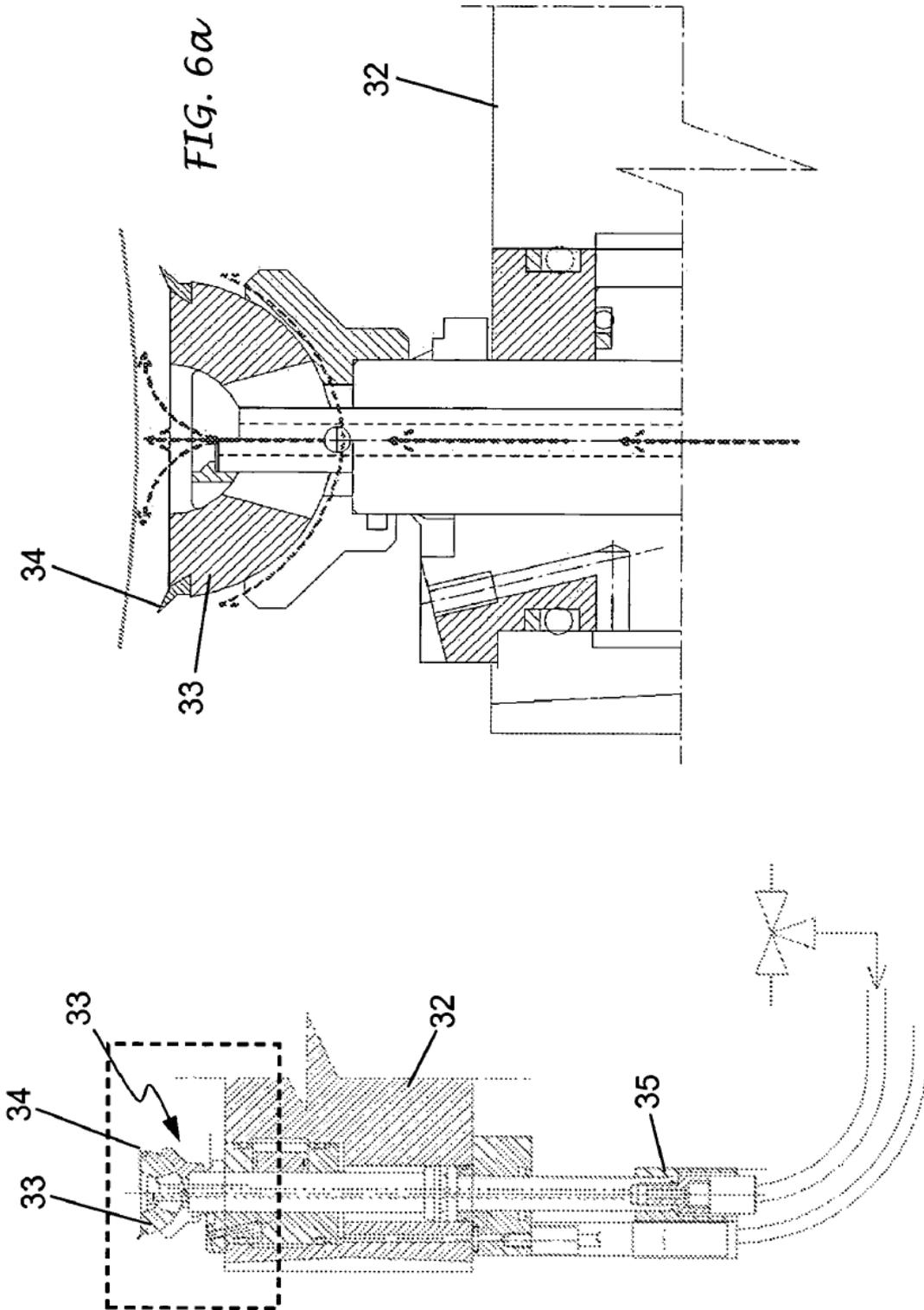


FIG. 5b



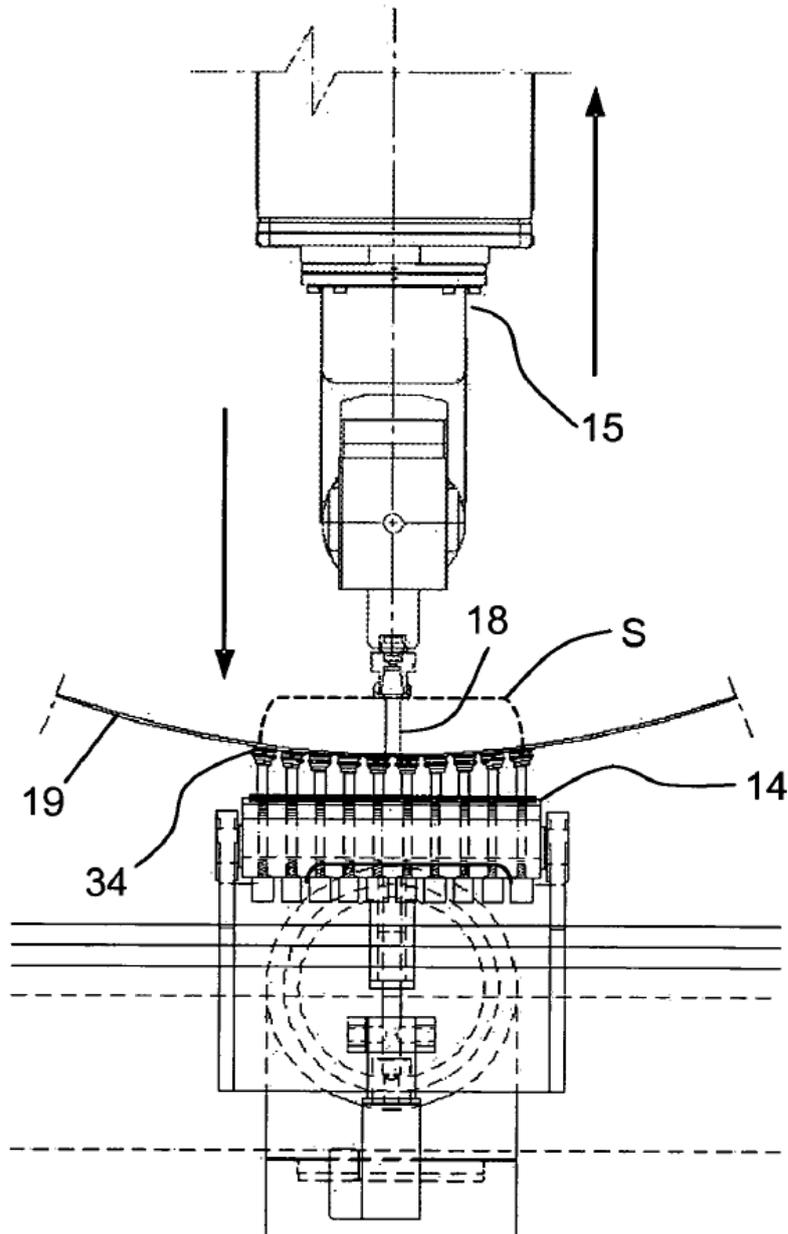


FIG. 7

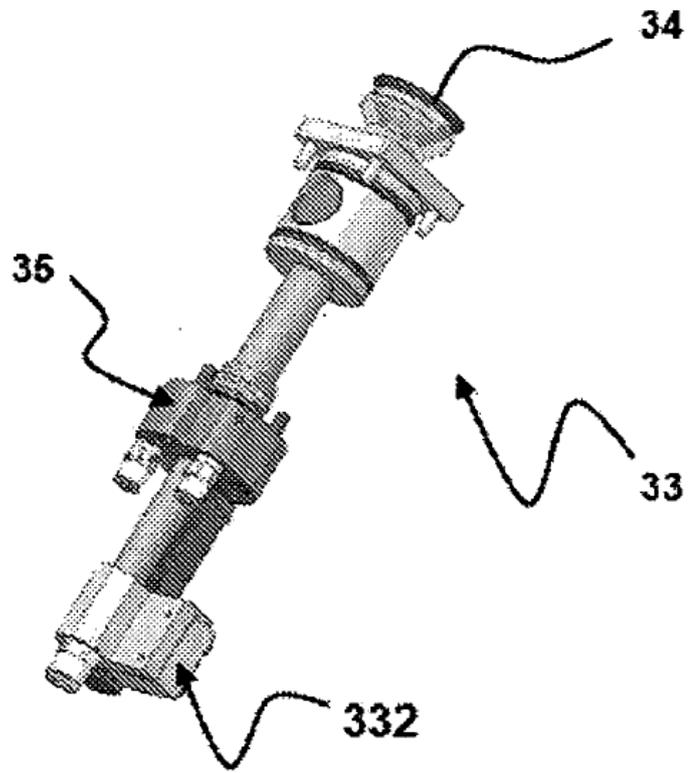


FIG. 8