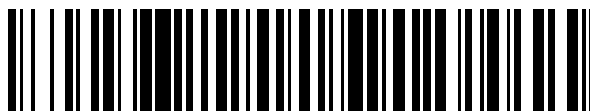


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 281**

51 Int. Cl.:

B23B 29/12 (2006.01)

B23B 27/22 (2006.01)

B23Q 5/22 (2006.01)

B23Q 5/28 (2006.01)

G05B 19/404 (2006.01)

G05B 19/4093 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2012** **PCT/JP2012/077715**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013** **WO13069476**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2012** **E 12847629 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019** **EP 2724800**

54 Título: **Máquina-herramienta**

30 Prioridad:

10.11.2011 JP 2011246433

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

23.10.2019

73 Titular/es:

CITIZEN MACHINERY CO., LTD. (100.0%)
4107-6 Oaza-Miyota, Miyotamachi, Kitasaku-gun
Nagano 389-020, JP

72 Inventor/es:

HARIKI, RYO;
KOBAYASHI, KOUICHI y
IMASAKI, NOBUYOSHI

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 728 281 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Máquina-herramienta

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a máquinas-herramienta que hacen rotar una herramienta de corte o una pieza de trabajo y realizan el corte de la pieza de trabajo.

10 Antecedentes de la invención

En máquinas-herramienta convencionales, una herramienta de corte tal como una herramienta de torneear se mueve en relación con una pieza de trabajo en una dirección fija para cortar la pieza de trabajo. Por otra parte, se conoce una máquina-herramienta que realiza el denominado corte por vibración ultrasónica, que usa un elemento piezoeléctrico en el borde de corte de una herramienta de corte y corta una pieza de trabajo mientras aplica una vibración en un intervalo ultrasónico (por ejemplo, tal como se divulga en la solicitud de patente japonesa no examinada publicada n.º 2000-052101). Además, se conoce una máquina-herramienta en la que se une un excitador de vibraciones a una herramienta de corte, tal como se divulga en la solicitud de patente japonesa examinada publicada n.º S49-17790, que se describirá con referencia a la figura 13. La máquina-herramienta 100, representada en la figura 13, tiene un primer elemento 101 de guía. Este primer elemento 101 de guía guía un portaherramienta 104 acoplada a un vástago 103 de pistón de un cilindro 102 hidráulico de aceite para moverse de manera perpendicular a un centro axial O de una pieza de trabajo W. La máquina-herramienta 100 también tiene un excitador 105 de vibraciones. Este excitador 105 de vibraciones tiene un mecanismo de vibración para generar vibración en una dirección de alimentación paralela al centro axial O de la pieza de trabajo W, y un dispositivo para fijar una herramienta 106 de corte de manera que puede unirse y separarse. El excitador 105 de vibraciones también está acoplado a un vástago 108 de pistón de un cilindro 107 de alimentación y puede moverse en la dirección de alimentación en un segundo elemento 109 de guía fijado en el portaherramienta 104. Haciendo vibrar la máquina-herramienta 100 configurada tal como se ha indicado anteriormente, se realiza el corte de la pieza de trabajo W que rota alrededor del centro axial O.

Además, el documento EP 1 762 305 A2 divulga una máquina-herramienta tal como se relata en el preámbulo de la reivindicación 1. Además, puede hacerse referencia a las máquinas-herramienta divulgadas en los documentos JP 2004 058235 A y US 2006/047358 A1.

35 Sumario de la invención

En máquinas-herramienta convencionales la máquina-herramienta que realiza el corte convencional mueve la herramienta de corte tal como una herramienta de torneear en relación con la pieza de trabajo en una dirección fija y corta la pieza de trabajo. Existe el problema de que el calor de corte y el calor de fricción generados en ese momento no pueden enfriarse y lubricarse con eficacia, lo que provoca que el borde de corte de la herramienta de corte se desgaste de manera notable y que, entonces, la calidad de mecanizado de las piezas de trabajo sea desigual. Además, también existe el problema de que las virutas generadas en el momento del corte quedan atrapadas en la herramienta de corte, lo que provoca no sólo una desigualdad en la calidad sino también la aparición de fuego.

Por otra parte, la máquina-herramienta que realiza el corte por vibración ultrasónica presenta la ventaja de permitir el corte de materiales difíciles de cortar, pero lleva un tiempo de mecanizado significativo y adicionalmente es muy cara. Además, existe el problema de que los lugares de instalación de herramientas que desempeñan un papel como adaptador para unir la herramienta de corte a la máquina-herramienta están restringidos debido al uso del elemento piezoeléctrico. Por tanto, existe el problema de que, de manera desventajosa, la máquina-herramienta que realiza el corte por vibración ultrasónica carece de uso práctico.

Además, la máquina-herramienta que tiene el excitador de vibraciones unido a la herramienta de corte presenta la ventaja de permitir el corte de materiales difíciles de cortar, pero presenta el problema de que la forma de mecanizado de las piezas de trabajo está limitada. Más específicamente, puesto que la máquina-herramienta 100 se une con el excitador 105 de vibraciones, la herramienta 106 de corte sólo puede moverse vertical y horizontalmente. Cuando se intenta formar una pieza de trabajo para dar la forma de mecanizado de la pieza de trabajo W mostrada en la figura 13, es necesario hacer rotar la máquina-herramienta 100 en el sentido de la flecha P10 y luego realizar el corte en el momento de cortar una parte de arco circular WR de la pieza de trabajo W. Sin embargo, de hecho, la máquina-herramienta 100 interfiere con la pieza de trabajo W u otras máquinas no mostradas en la figura 13 si se intenta hacerla rotar en el sentido de la flecha P10. Por tanto, la rotación en el sentido de la flecha P10 es físicamente imposible. Como resultado, la máquina-herramienta que tiene el excitador de vibraciones unido a la herramienta de corte presenta el problema de que la forma de mecanizado de las piezas de trabajo está limitada.

Por tanto, para resolver los problemas tal como se ha indicado anteriormente, puede concebirse un cambio de diseño para usar una máquina de torneear NC, para realizar un corte por vibración de baja frecuencia, tal como se

describe en la solicitud de patente japonesa no examinada publicada n.º H6-285701. Más específicamente, esta máquina de torneado NC repite, mediante un servomotor, la operación de mover una herramienta una distancia predeterminada, deteniendo temporalmente la herramienta, y haciendo retroceder la herramienta una distancia predeterminada, fragmentando así las virutas para dar virutas largas en longitud hasta cierto punto y luego cortando la pieza de trabajo. Por tanto, puede concebirse aplicar esta operación, repetir el avance y el retroceso sin detener el movimiento de la herramienta, y hacer que la herramienta corte con una vibración de baja frecuencia.

Sin embargo, existe el problema de que, si se intenta hacer que la máquina de torneado NC tal como se ha indicado anteriormente vibre simplemente a baja frecuencia en múltiples ejes, no puede obtenerse el control esperado y no puede lograrse la vibración de baja frecuencia, es decir, no puede realizarse el corte por vibración de baja frecuencia capaz de fragmentar virutas finamente.

Por consiguiente, en vista de los problemas anteriores, la presente invención tiene como objetivo proporcionar una máquina-herramienta capaz de hacer que la calidad de mecanizado de las piezas de trabajo compuestas principalmente por materiales difíciles de cortar sea estable a un alto nivel y también capaz de inhibir la aparición de un fuego, y, no obstante, sea práctica y no tenga restricciones respecto a la forma de mecanizado de las piezas de trabajo, y además sea capaz de realizar un corte por vibración de baja frecuencia que permita fragmentar finamente las virutas aunque la herramienta de corte y/o la pieza de trabajo se haga(n) vibrar a baja frecuencia en múltiples ejes.

El objeto anterior de la presente invención se logrará mediante los siguientes medios. Se observa que los números entre paréntesis son números de referencia de realizaciones descritas más adelante pero la presente invención no debe restringirse a las mismas.

Una máquina-herramienta según la presente invención comprende unos medios de sujeción de herramienta de corte (un soporte 5 de herramienta de corte, un mecanismo 31 de rotación) que sujetan una herramienta (4) de corte para mecanizar una pieza (2) de trabajo, unos medios de sujeción de pieza de trabajo (un mecanismo 3 de rotación, un mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo) que sujetan la pieza (2) de trabajo, en la que los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte, el mecanismo 31 de rotación) y/o los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación, el mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo) se proporcionan de manera que pueden moverse para alimentar la herramienta (4) de corte y la pieza (2) de trabajo una en relación con la otra en una pluralidad de direcciones axiales que comprenden al menos unas direcciones axiales primera y segunda, y un mecanismo de control (un dispositivo 8 de control) para controlar el funcionamiento de los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte, el mecanismo 31 de rotación) y/o los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación, el mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo), caracterizada porque el mecanismo (8) de control puede hacerse funcionar para mover de manera sincronizada la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte una en relación con la otra en las direcciones axiales primera y segunda para permitir movimientos de avance y retroceso de la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte una en relación con la otra a lo largo de una trayectoria de interpolación; y para hacer vibrar relativamente la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte a una baja frecuencia repitiendo los movimientos de avance y retroceso a lo largo de dicha trayectoria de interpolación.

Por otra parte, una máquina-herramienta según otro aspecto de la presente invención está caracterizada porque la pluralidad de direcciones axiales comprenden además una tercera dirección axial, y el mecanismo (8) de control puede hacerse funcionar para mover de manera sincronizada la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte una en relación con la otra en las direcciones axiales primera, segunda y tercera para permitir los movimientos de avance y retroceso a lo largo de la trayectoria de interpolación.

Además, una máquina-herramienta según otro aspecto de la presente invención está caracterizada porque los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte, el mecanismo 31 de rotación) pueden moverse en la pluralidad de direcciones axiales en las máquinas-herramienta anteriores.

Todavía adicionalmente, una máquina-herramienta según otro aspecto de la presente invención está caracterizada porque los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación, el mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo) pueden moverse en la pluralidad de direcciones axiales en las máquinas-herramienta anteriores.

Todavía adicionalmente, una máquina-herramienta según otro aspecto de la presente invención está caracterizada porque, en las máquinas-herramienta anteriores, los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte) y los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación) pueden moverse, y los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte) y los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación) se mueven conjuntamente para alimentar la herramienta (4) de corte en relación con la pieza (2) de trabajo en la pluralidad de direcciones axiales.

Por otra parte, una máquina-herramienta según otro aspecto de la presente invención está caracterizada, en la máquina-herramienta anterior, por unos medios de almacenamiento de información de corte por vibración (una parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración) para almacenar previamente datos para hacer vibrar la

pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte a la baja frecuencia, en la que el mecanismo de control (el dispositivo 8 de control) ejerce un control basándose en los datos almacenados en los medios de almacenamiento de información de corte por vibración (la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración).

- 5 A continuación, se describirán los efectos de la presente invención. Se observa que los números entre paréntesis son números de referencia de realizaciones descritas más adelante pero la presente invención no debe restringirse a las mismas.

10 En la máquina-herramienta según la presente invención, el movimiento de los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte, el mecanismo 31 de rotación) y/o los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación, el mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo) se controla mediante el mecanismo de control (el dispositivo 8 de control) para sincronizar relativamente la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte en múltiples direcciones axiales y hacerlas vibrar a una baja frecuencia. Como resultado, se genera cavitación en un espacio (K) (véase la figura 1, etc.) que aparece entre la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte, en la que se succiona un refrigerante etc., usado en el momento de realizar el corte. Por tanto, pueden enfriarse y lubricarse con eficacia el calor de corte y el calor de fricción generados en el momento de mecanizar la pieza (2) de trabajo. Por tanto, según la presente invención, puede estabilizarse la calidad de mecanizado de las piezas de trabajo.

20 Además, según la presente invención, las virutas de la pieza (2) de trabajo se empolvan por la vibración de baja frecuencia en el momento de cortar la pieza (2) de trabajo mediante la herramienta (4) de corte, y esto hace que sea difícil que las virutas se adhieran a la herramienta de corte. Por consiguiente, puede estabilizarse la calidad y además puede suprimirse la aparición de un fuego.

25 Además, según un aspecto de la invención, sólo se ejerce control usando el mecanismo de control (el dispositivo 8 de control) cuando la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte se sincronizan relativamente en múltiples direcciones axiales y se hacen vibrar a una baja frecuencia. Por tanto, la invención es práctica debido a la estructura sencilla, y, no obstante, se realiza el efecto de que no se limita la forma de mecanizado de las piezas de trabajo.

30 Según un aspecto de la invención, el movimiento de los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte, el mecanismo 31 de rotación) y/o los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación, el mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo) se controla mediante el mecanismo de control (el dispositivo 8 de control), y cuando la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte se alimentan una en relación con la otra en múltiples direcciones axiales, la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte se alimentan de manera sincronizada y se hacen vibrar a una baja frecuencia. Como resultado, puede realizarse el corte por vibración de baja frecuencia capaz de fragmentar virutas finamente.

40 Además, en las máquinas-herramienta tal como se ha indicado anteriormente, los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte, el mecanismo 31 de rotación) pueden proporcionarse de manera que pueden moverse en múltiples direcciones axiales. Además, los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación, el mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo) pueden proporcionarse de manera que pueden moverse en múltiples direcciones axiales. Además, los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte) y los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación) pueden proporcionarse de manera que pueden moverse de modo que los medios de sujeción de herramienta de corte (el soporte 5 de herramienta de corte) y los medios de sujeción de pieza de trabajo (el mecanismo 3 de rotación) pueden moverse conjuntamente para alimentar la herramienta (4) de corte en relación con la pieza (2) de trabajo en múltiples direcciones axiales tal como en la máquina-herramienta según la invención.

50 Por otra parte, tal como en las máquinas-herramienta según un aspecto de la invención, la provisión de los medios de almacenamiento de información de corte por vibración (la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración) en los que se almacenan previamente datos para hacer vibrar la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte a una baja frecuencia de la manera anterior permite que el mecanismo de control (el dispositivo 8 de control) ejerza un control basándose en los datos almacenados en los medios de almacenamiento de información de corte por vibración (la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración). Por consiguiente, puede lograrse el corte por vibración de baja frecuencia con una vibración óptima capaz de fragmentar virutas finamente. Más específicamente, en teoría, la frecuencia se determina por la amplitud y la velocidad de interpolación de la misma. Sin embargo, en la práctica, la relación entre la amplitud o la velocidad de interpolación de la misma y la frecuencia varía de diversas maneras dependiendo de características mecánicas (por ejemplo, masa teórica, características de motor, etc.) de la máquina-herramienta, y no se trata de una relación fija tal como una relación proporcional. Por tanto, la vibración deseada (frecuencia y amplitud óptimas) no puede generarse mediante cálculos teóricos. Además, si se intenta realizar el corte por vibración de baja frecuencia con el objetivo de fragmentar virutas, es necesario configurar el número de revoluciones de la pieza de trabajo o el número de revoluciones de la herramienta de corte y un ciclo en el momento de realizar el corte por vibración de baja frecuencia para que no se sincronicen. Sin embargo, es extremadamente difícil estimar un ciclo de este tipo mediante cálculo. Por tanto, si los datos para hacer vibrar la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte a baja frecuencia de la manera anterior se almacenan previamente en los medios de almacenamiento de información de corte por vibración (la parte 83 de

almacenamiento de información de corte por vibración) y se hace que el mecanismo de control (el dispositivo 8 de control) ejerza un control basándose en los datos, puede realizarse el corte por vibración de baja frecuencia con una vibración óptima capaz de fragmentar virutas finamente.

- 5 Se observa que baja frecuencia en el presente documento significará un intervalo entre mayor de 0 Hz y 1000 Hz o menos.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática de una máquina-herramienta según la primera realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de control de la misma realización.

- 15 La figura 3 es una tabla almacenada en una parte de almacenamiento de información de corte por vibración de la misma realización.

La figura 4 es un diagrama explicativo que muestra un caso de mover una herramienta de corte según la misma realización desde el punto A hasta el punto B mediante una interpolación lineal, etc.

- 20 La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de uso de la máquina-herramienta según la misma realización.

- 25 La figura 6 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática de una máquina-herramienta según la segunda realización de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática de una máquina-herramienta según la tercera realización de la presente invención.

- 30 La figura 8 es un diagrama explicativo para explicar el movimiento de la máquina-herramienta según la misma realización.

La figura 9 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática de una máquina-herramienta según la cuarta realización de la presente invención.

- 35 La figura 10 es un diagrama de bloques que muestra una configuración esquemática de una máquina-herramienta según la quinta realización de la presente invención.

- 40 La figura 11 es una fotografía que muestra una pieza de trabajo mecanizada obtenida cuando se corta una pieza de trabajo con vibración de baja frecuencia usando la máquina-herramienta del ejemplo 1.

La figura 12 es una fotografía de una pieza de trabajo mecanizada obtenida cuando se corta una pieza de trabajo usando la máquina-herramienta del ejemplo 2 o el ejemplo comparativo 1.

- 45 La figura 13 es un diagrama explicativo que muestra una configuración esquemática de una máquina-herramienta convencional.

Descripción detallada de la invención

- 50 A continuación en el presente documento, se describirá con detalle la primera realización según la presente invención con referencia a las figuras 1 a 5.

- Una máquina-herramienta 1 según la presente realización está compuesta por un torno CNC y, tal como se muestra en la figura 1, incluye un mecanismo 3 de rotación para soportar de manera rotatoria una pieza 2 de trabajo que es un objeto que va a mecanizarse, un mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte proporcionado en una base 6 y en el que se coloca un soporte 5 de herramienta de corte que sujeta una herramienta 4 de corte (una herramienta de torneado en el dibujo) para cortar la pieza 2 de trabajo, y un dispositivo 8 de control para controlar el funcionamiento del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte mediante un servoamplificador 9 para que la herramienta 4 de corte vibre a una baja frecuencia deseada. Se observa que en la figura 1 sólo se muestra el mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte en el eje Z pero la máquina-herramienta también tiene un mecanismo de alimentación de herramienta de corte en el eje X ortogonal con respecto al mismo.

- El mecanismo 3 de rotación anterior tiene un motor 3a de husillo, y un mecanismo 3c de mandril se une de manera rotatoria a un árbol 3b principal de ese motor 3a de husillo. El mecanismo 3c de mandril agarra la pieza 2 de trabajo, que es un objeto que va a mecanizarse, y se configura la pieza 2 de trabajo agarrada para accionarse de manera rotacional alrededor de un eje de rotación R mediante el accionamiento de rotación del motor 3a de husillo.

Por otra parte, el mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte anterior tiene un motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte compuesto por un servomotor lineal que es una fuente de accionamiento para alimentar la herramienta 4 de corte de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P1) con respecto a la pieza 2 de trabajo. Este motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte está constituido por una aguja 7a1 y un estator 7a2. La aguja 7a1 se forma arrollando una bobina excitadora alrededor de una estructura de sustancia magnética, y el estator 7a2 se forma alineando múltiples imanes en la dirección longitudinal.

Esta aguja 7a1 se proporciona en la parte inferior de una mesa 7b en la que se coloca el soporte 5 de herramienta de corte, y el estator 7a2 se proporciona en la parte superior de un carril 7c de guía proporcionado en la base 6. En la parte inferior de la mesa 7b, se proporcionan un par de guías 7d que guían la mesa 7b para que se mueva a lo largo del carril 7c de guía.

Para mover el mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte así configurado de manera que pueda avanzar y retroceder (véase la flecha P1) con respecto a la pieza 2 de trabajo, el servoamplificador 9 suministra a la aguja 7a1 una corriente basándose en un comando que se ha enviado desde el dispositivo 8 de control, en primer lugar. Mediante esto, los polos magnéticos de la aguja 7a1 y el estator 7a2 se atraen y se repelen entre sí, y, entonces, se genera un empuje en la dirección delante-detrás (véase la flecha P1). Acompañando el empuje, la mesa 7b se mueve en la dirección delante-detrás (véase la flecha P1). En el movimiento de la mesa 7b que acompaña el empuje, se proporciona el par de guías 7d, de modo que la mesa 7b se mueve a lo largo del carril 7c de guía mediante el par de guías 7d. Como resultado, el mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte puede moverse de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P1) con respecto a la pieza 2 de trabajo. Además, el servomotor lineal se usa como el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte en la presente realización. Sin embargo, sin restringirse al mismo, puede usarse cualquier motor lineal. Además, sin restringirse a los motores lineales, pueden usarse servomotores. Sin embargo, se usan husillos de bolas en el momento de emplear los servomotores. Por tanto, se absorbe la vibración si se produce juego durante el movimiento de avance y retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte. Por consiguiente, es preferible usar los motores lineales que permiten un control directo y no requieren husillos de bolas, etc.

Ahora, se describirá con más detalle el dispositivo 8 de control usando la figura 2 y la figura 3. Tal como se muestra en la figura 2, el dispositivo 8 de control está constituido por una parte 80 de control central compuesta por una CPU, etc., una parte 81 de introducción compuesta por un panel táctil, etc., una parte 82 de almacenamiento de información de programa para almacenar información de programa que ha programado un usuario usando la parte 81 de introducción, una parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración en la que se almacenan datos para sincronizar la herramienta 4 de corte en múltiples direcciones axiales (dos direcciones axiales del eje X y el eje Z en el dibujo), alimentar la herramienta 4 de corte y luego hacer vibrar la herramienta 4 de corte a baja frecuencia, un controlador 84 de motor que controla el funcionamiento del motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte mediante el servoamplificador 9, y un elemento 85 de visualización compuesto por un monitor de cristal líquido, etc.

La parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración almacena una tabla de información de corte por vibración VC_TBL mostrada en la figura 3. Más específicamente, en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL se almacenan datos (una distancia de avance (mm) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, una distancia de retroceso (mm) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, una velocidad hacia delante (mm/min) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, una velocidad hacia atrás (mm/min) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y una frecuencia de vibración (Hz) de la herramienta 4 de corte) correspondientes a valores de configuración de programa (el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo (rpm) y una alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo (mm)). Se facilitará una descripción más detallada. Cuando un usuario usa la parte 81 de introducción y programa el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo en 1000 (rpm) por ejemplo, pueden configurarse tres alimentaciones diferentes, 0,005 (mm), 0,01 (mm) y 0,015 (mm), como la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo apropiada para el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo, 1000 (rpm). En la tabla de información de corte por vibración VC_TBL, se almacenan distancias de avance del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte (0,035 (mm), 0,04 (mm) y 0,045 (mm)), distancias de retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte (0,03 (mm), 0,03 (mm) y 0,03 (mm)), velocidades hacia delante del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte (290 (mm/min), 300 (mm/min) y 350 (mm/min)), velocidades hacia atrás del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte (290 (mm/min), 300 (mm/min) y 350 (mm/min)) y frecuencias de vibración de la herramienta 4 de corte (25 (Hz), 25 (Hz) y 25 (Hz)) correspondientes a esas alimentaciones (0,005 (mm), 0,01 (mm) y 0,015 (mm)). Tal como se ha indicado anteriormente, en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL se almacenan la distancia de avance (mm) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la distancia de retroceso (mm) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la velocidad hacia delante (mm/min) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la velocidad hacia atrás (mm/min) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y la frecuencia de vibración (Hz) de la herramienta 4 de corte correspondientes al número de revoluciones (rpm) y la alimentación por revolución (mm) de la misma que ha programado el usuario por medio de la parte 81 de

introducción.

Por tanto, cuando el usuario usa la parte 81 de introducción y programa el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo en 1000 (rpm) y la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo en 0,005 (mm) por ejemplo, se seleccionan la distancia de avance del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, 0,035 (mm), la distancia de retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, 0,03 (mm), la velocidad hacia delante del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, 290 (mm/min), y la velocidad hacia atrás del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, 290 (mm/min). Basándose en los datos seleccionados, el controlador 84 de motor controla el funcionamiento del motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte mediante el servoamplificador 9, de modo que la herramienta 4 de corte vibra a baja frecuencia. Además, la frecuencia de vibración, 25 (Hz), de la herramienta 4 de corte almacenada en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL se visualiza en el elemento 85 de visualización y no tiene nada que ver con la vibración de baja frecuencia de la herramienta 4 de corte. Por tanto, no es necesario almacenar la frecuencia de vibración de la herramienta 4 de corte en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL. Sin embargo, es preferible almacenar la frecuencia de vibración de la herramienta 4 de corte dado que el usuario puede comprobar de manera fácil y sencilla la frecuencia de vibración (Hz) de la herramienta 4 de corte correspondiente al número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo (rpm) y la alimentación (mm) de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo que ha programado el usuario.

Se observa que los valores almacenados en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL que se han indicado en la presente realización sólo se ilustran mediante ejemplos, y puede almacenarse previamente una amplia variedad de valores según las características mecánicas de las máquinas-herramienta.

Además, estos valores según las características mecánicas de las máquinas-herramienta se determinan mediante un funcionamiento experimental de las máquinas-herramienta de antemano y la recopilación de los datos experimentales.

A continuación, como ejemplo de uso de la máquina-herramienta 1 según la presente realización, se describirá usando la figura 5 un método para sincronizar la herramienta 4 de corte en dos direcciones axiales del eje X y el eje Z y mover la herramienta 4 de corte desde el punto A (u0, w0) hasta el punto B (U, W) mostrados en la figura 4. En el presente documento, el punto A indica la posición actual de la herramienta 4 de corte.

En primer lugar, el usuario usa la parte 81 de introducción y prepara un programa usando lenguaje NC. Específicamente, se introduce el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo, y se lleva a cabo una introducción de un código de comando de corte por vibración en el momento de realizar el corte por vibración de baja frecuencia a partir del corte normal (el corte convencional). Naturalmente, no se lleva a cabo la introducción del código de comando de corte por vibración si no se realiza el corte por vibración de baja frecuencia.

Además, el usuario usa la parte 81 de introducción e introduce el punto B (U, W), que es un destino de la herramienta 4 de corte. Con motivo del movimiento hasta el punto B, usando lenguaje NC se programan una introducción de un método de interpolación si la herramienta 4 de corte se mueve con interpolación lineal o con interpolación circular en sentido horario o con interpolación circular en sentido antihorario, una introducción de un radio si la interpolación es circular, y una introducción de una alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo. Ilustrando específicamente este programa, puede describirse de la siguiente manera, por ejemplo.

<Programa NC>

S1000 (el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo);

M123 (código de corte por vibración activado);

G1 (interpolación lineal) XU ZW (valor de coordenadas hasta destino)

F0.01 (alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo);

O

G2 (interpolación circular (en sentido horario)) XU ZW (valor de coordenadas hasta destino)

R10.0 (radio de arco)

F0.01 (alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo);

O

G3 (interpolación circular (en sentido antihorario)) XU ZW (valor de coordenadas hasta destino))

R10.0 (radio de arco)

5 F0.01 (alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo);

M456 (código de corte por vibración desactivado);

10 En el programa NC anterior, el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo se programa en 1000 (rpm) describiendo "S1000", en primer lugar. Entonces, se configura el corte por vibración para que esté activado describiendo "M123". Cuando la herramienta 4 de corte se interpola de manera lineal hasta el punto B, describiendo "G1 XU ZW" y describiendo adicionalmente "F0.01", la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo se programa en 0,01 (mm).

15 Por otra parte, cuando la herramienta 4 de corte se interpola de manera circular hasta el punto B (en el sentido horario), describiendo "G2 XU ZW" y luego "R10.0", el radio de arco en el momento de la interpolación circular se programa en 10,0 (mm). Además, describiendo "F0.01", la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo se programa en 0,01 (mm).

20 Por otra parte, cuando la herramienta 4 de corte se interpola de manera circular hasta el punto B (en el sentido antihorario), describiendo "G3 XU ZW" y luego "R10.0", el radio de arco en el momento de la interpolación circular se programa en 10,0 (mm). Además, describiendo "F0.01", la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo se programa en 0,01 (mm).

25 Después de que el programa se describe de este modo, se configura el corte por vibración para que esté desactivado describiendo "M456". Además, no es necesario describir los códigos de comando de corte por vibración de "M123" y "M456" cuando no se realiza el corte por vibración y se realiza el corte normal (el corte convencional).

30 Tras la preparación del programa anterior de esta manera, la parte 80 de control central almacena el programa preparado en la parte 82 de almacenamiento de información de programa (etapa S1). Se observa que "M123" y "M456" en el programa NC anterior sólo son ejemplos y pueden cambiarse a unos códigos dados.

35 Después de la preparación del programa, el usuario usa la parte 81 de introducción y ordena la ejecución del programa preparado (etapa S2). Con esto, la parte 80 de control central lee el programa almacenado en la parte 82 de almacenamiento de información de programa y comprueba el modo de corte (etapa S3).

40 Cuando el modo de corte es un modo de realizar el corte normal (el corte convencional) (cuando no se programa el código de comando de corte por vibración "M123") (etapa S3: NO), la parte 80 de control central realiza un procesamiento de operación de trayectoria de interpolación basándose en el método de interpolación programado hasta el punto B (U, W), que es el destino de la herramienta 4 de corte, y envía el resultado de operación al controlador 84 de motor. El controlador 84 de motor, al haber recibido la información, mueve la herramienta 4 de corte desde el punto A (u0, w0) hasta el punto B (U, W) a lo largo de la trayectoria de interpolación basándose en la información controlando el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte mediante el servoamplificador 9 (etapa S4). Después de eso, la parte 80 de control central termina el procesamiento de información.

50 Por otra parte, cuando el modo de corte es un modo de realizar el corte por vibración de baja frecuencia (cuando se programa el código de comando de corte por vibración de "M123") (etapa S3: SÍ), la parte 80 de control central comprueba si están programados o no (etapa S5) el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo y la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo que se hicieron coincidir con los valores de configuración de programa en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL almacenada en la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración. Si no se efectúa (etapa S5: NO) la configuración de programa que se hizo coincidir con los valores de configuración de programa en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL, la parte 80 de control central hace que en el elemento 85 de visualización se visualice una alarma en el sentido de que no están programados los valores apropiados (etapa S6) y termina el procesamiento. Más específicamente, por ejemplo, si el usuario usa la parte 81 de introducción y programa el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo en 1000 (rpm) y la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo en 0,020 (mm), tal como resulta evidente a partir de la tabla de información de corte por vibración VC_TBL mostrada en la figura 3, la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo, 0,020 (mm), no se ha hecho coincidir con los valores de configuración de programa de la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo (0,005 (mm), 0,01 (mm) y 0,015 (mm)) apropiados para el número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo, 1000 (rpm). Por tanto, la parte 80 de control central hace que en el elemento 85 de visualización se visualice la alerta que advierte en el sentido de que no están programados los valores apropiados. Por consiguiente, el usuario puede programar una alimentación apropiada de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo.

- Por otra parte, si se efectúa (etapa S5: Sí) la configuración de programa que se hizo coincidir con los valores de configuración de programa en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL, la parte 80 de control central selecciona, a partir de la tabla de información de corte por vibración VC_TBL almacenada en la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración, la distancia de avance del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la distancia de retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la velocidad hacia delante del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la velocidad hacia atrás del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y la frecuencia de vibración de la herramienta 4 de corte correspondiente al número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo y la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo que ha programado el usuario por medio de la parte 81 de introducción.
- Además, la parte 80 de control central realiza un procesamiento de operación con respecto al movimiento de avance y retroceso a lo largo de la trayectoria de interpolación según la información de programa sobre el método de interpolación hasta el punto B, que es el destino de la herramienta 4 de corte, almacenada en la parte 82 de almacenamiento de información de programa y la información seleccionada anteriormente (la distancia de avance del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la distancia de retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte, la velocidad hacia delante del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y la velocidad hacia atrás del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte). La parte 80 de control central envía entonces el resultado de operación al controlador 84 de motor y al mismo tiempo envía la frecuencia de vibración seleccionada anteriormente de la herramienta 4 de corte al elemento 85 de visualización (etapa S7).
- El controlador 84 de motor, al haber recibido tal resultado de operación, controla el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte mediante el servoamplificador 9 basándose en la información y hace vibrar la herramienta 4 de corte a baja frecuencia. Es decir, el controlador 84 de motor realiza un procesamiento de repetir una acción de hacer avanzar y retroceder el mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte basándose en el resultado de operación. Como resultado, la herramienta 4 de corte se mueve de manera alterna entre una posición de línea continua y una posición de línea discontinua tal como se muestra en la figura 1, y vibra a baja frecuencia. Tal como se ha indicado anteriormente, el controlador 84 de motor mueve la herramienta 4 de corte desde el punto A (u0, w0) hasta el punto B (U, W) mientras sincroniza la herramienta 4 de corte en dos direcciones axiales del eje X y el eje Z y hace vibrar la herramienta 4 de corte repitiendo la acción de avance y retroceso a lo largo de la trayectoria de interpolación (etapa S8). Por consiguiente, la pieza 2 de trabajo puede mecanizarse mediante la herramienta 4 de corte que se ha hecho vibrar a baja frecuencia. Además, la frecuencia de vibración de la herramienta 4 de corte que se ha enviado al elemento 85 de visualización se visualiza en la parte 85 de elemento de visualización.
- Según la presente realización descrita anteriormente, el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte, que es una fuente de accionamiento del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte para alimentar la herramienta 4 de corte para cortar la pieza 2 de trabajo, se controla mediante el dispositivo 8 de control para hacer vibrar la herramienta 4 de corte a baja frecuencia. Por consiguiente, tal como se muestra en la figura 1, se genera cavitación en un espacio K que aparece entre la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte, en el que se succiona un refrigerante etc., usado en el momento de realizar el corte. Por tanto, pueden enfriarse y lubricarse con eficacia el calor de corte y el calor de fricción generados en el momento de mecanizar la pieza 2 de trabajo. Como resultado, según la presente realización, puede estabilizarse la calidad de mecanizado de las piezas de trabajo.
- Además, según la presente realización, la herramienta 4 de corte corta la pieza 2 de trabajo mientras vibra a baja frecuencia, de modo que se empolvan las virutas de la pieza 2 de trabajo por la vibración de baja frecuencia, y esto hace que sea difícil que las virutas se adhieran a la herramienta de corte. Por consiguiente, puede estabilizarse la calidad y puede inhibirse la aparición de fuegos.
- Adicionalmente, según la presente realización, sólo se controla el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte usando el dispositivo 8 de control al hacer vibrar la herramienta 4 de corte a baja frecuencia, de modo que la máquina-herramienta tiene la estructura sencilla y, por tanto, es práctica. Además, el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte puede controlarse en la dirección de interpolación usando el dispositivo 8 de control, y por tanto, pueden mecanizarse piezas de trabajo libremente. Por consiguiente, se realiza el efecto de que no se limita la forma de mecanizado de las piezas de trabajo.
- Además, según la presente realización, el dispositivo 8 de control controla la herramienta 4 de corte para sincronizarla en múltiples direcciones axiales y hacerla vibrar a baja frecuencia, de modo que puede realizarse un corte por vibración de baja frecuencia capaz de fragmentar virutas finamente.
- Por otra parte, según la presente realización, en la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración se almacenan previamente datos para sincronizar la herramienta 4 de corte en múltiples direcciones axiales, alimentar la herramienta 4 de corte y hacer vibrar la herramienta 4 de corte a baja frecuencia dependiendo del número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo y la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo, y por tanto, puede realizarse un corte por vibración de baja frecuencia con una vibración óptima capaz de fragmentar virutas finamente.

Todavía adicionalmente, según la presente realización, el corte por vibración de baja frecuencia con una vibración óptima puede realizarse siempre y cuando, en el momento de preparar el programa NC, el usuario prepara un programa al que se añaden los códigos de comando de corte por vibración (el código de corte por vibración activado y el código de corte por vibración desactivado) además del programa para realizar el corte normal convencional.

En relación con esto, la interpolación lineal y la interpolación circular se ilustran mediante ejemplos de los métodos de interpolación en la presente realización. Sin embargo, naturalmente los métodos de interpolación no se restringen a los mismos y pueden ser cualquier método de interpolación tal como una interpolación cónica.

A continuación, se describirá con detalle una segunda realización de la presente invención con referencia a la figura 6. Se asignarán los mismos números a las configuraciones iguales que las de la primera realización, y se omitirán las descripciones de las mismas.

Una máquina-herramienta 10 según la presente realización está compuesta por un torno CNC y, tal como se muestra en la figura 6, incluye un soporte 5 de herramienta de corte que sujeta una herramienta 4 de corte para cortar una pieza 2 de trabajo, que es un objeto que va a mecanizarse, un mecanismo 3 de rotación para soportar de manera rotatoria la pieza 2 de trabajo, un mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo para alimentar la pieza 2 de trabajo proporcionado en la parte inferior del mecanismo 3 de rotación, de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P2) con respecto a la herramienta 4 de corte, y un dispositivo 8 de control para controlar el funcionamiento del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo mediante un servoamplificador 9 para que la pieza 2 de trabajo vibre a una baja frecuencia deseada. Se observa que en la figura 6 sólo se muestra el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo en el eje Z pero la máquina-herramienta también tiene un mecanismo de alimentación de pieza de trabajo en el eje X ortogonal con respecto al mismo.

El mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo tiene un motor 11a de accionamiento de alimentación de pieza de trabajo compuesto por un servomotor lineal que es una fuente de accionamiento para alimentar la pieza 2 de trabajo de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P2) con respecto a la herramienta 4 de corte. Este motor 11a de accionamiento de alimentación de pieza de trabajo está constituido por una aguja 11a1 y un estator 11a2. La aguja 11a1 se forma arrollando una bobina excitadora alrededor de una estructura de sustancia magnética, y el estator 11a2 se forma alineando múltiples imanes en la dirección longitudinal.

Esta aguja 11a1 se proporciona en la parte inferior de un motor 3a de husillo del mecanismo 3 de rotación, y el estator 11a2 se proporciona en la parte superior de un carril 11b de guía proporcionado en una parte de extremo superior de una base 12. En la parte inferior del motor 3a de husillo, se proporcionan un par de guías 11c que guían el motor 3a de husillo para que se mueva a lo largo del carril 11b de guía. Además, en la otra parte de extremo superior de la base 12, se proporciona el soporte 5 de herramienta de corte anterior.

Para mover el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo así configurado de manera que pueda avanzar y retroceder (véase la flecha P2) con respecto a la herramienta 4 de corte, el servoamplificador 9 suministra a la aguja 11a1 una corriente basándose en un comando que se ha enviado desde el dispositivo 8 de control, en primer lugar. Mediante esto, los polos magnéticos de la aguja 11a1 y el estator 11a2 se atraen y se repelen entre sí, y, entonces, se genera un empuje en la dirección delante-detrás (véase la flecha P2). Acompañando el empuje, el motor 3a de husillo se mueve en la dirección delante-detrás (véase la flecha P2). En el movimiento del motor 3a de husillo que acompaña el empuje, se proporcionan el par de guías 11c, de modo que el motor 3a de husillo se mueva a lo largo del carril 11b de guía mediante el par de guías 11c. Como resultado, el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo puede moverse de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P2) con respecto a la herramienta 4 de corte. Se observa que el servomotor lineal se usa como el motor 11a de accionamiento de alimentación de pieza de trabajo en la presente realización, pero sin restringirse al mismo, puede usarse cualquier motor lineal. Además, sin restringirse a los motores lineales, pueden usarse servomotores. Sin embargo, se usan husillos de bolas en el momento de emplear los servomotores. Por tanto, se absorbe la vibración si se produce juego durante el movimiento de avance y retroceso del mecanismo de alimentación de pieza de trabajo. Por consiguiente, es preferible usar los motores lineales que permiten un control directo y no requieren husillos de bolas, etc.

A continuación, se describirá un método para sincronizar la pieza 2 de trabajo de la máquina-herramienta 10 configurada anteriormente en múltiples direcciones axiales (dos direcciones axiales del eje X y el eje Z en el dibujo), mover de manera alterna la pieza 2 de trabajo entre una posición de línea continua y una posición de línea discontinua tal como se muestra en la figura 6, y cortar la pieza 2 de trabajo mediante la herramienta 4 de corte mientras se hace vibrar la pieza 2 de trabajo. Se observa que este método es casi igual que el de la primera realización, y por tanto, sólo se describirán los puntos que difieren con respecto a la primera realización.

En la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración, se almacenan datos para sincronizar la pieza 2 de trabajo en múltiples direcciones axiales (dos direcciones axiales del eje X y el eje Z en el dibujo) y alimentar y hacer vibrar la pieza 2 de trabajo a baja frecuencia, es decir, la tabla de información de corte por vibración VC_TBL (véase la figura 3). En esta tabla de información de corte por vibración VC_TBL (véase la figura 3), se almacenan una distancia de avance (mm) del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, una distancia de retroceso (mm) del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, una velocidad hacia delante

(mm/min) del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, una velocidad hacia atrás (mm/min) del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y una frecuencia de vibración (Hz) de la pieza 2 de trabajo correspondiente al número de revoluciones (rpm) de la pieza 2 de trabajo y la alimentación (mm) por revolución de la pieza 2 de trabajo que ha programado el usuario por medio de la parte 81 de introducción. Por tanto, la parte 80 de control central selecciona la distancia de avance del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, la distancia de retroceso del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, la velocidad hacia delante del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, la velocidad hacia atrás del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y la frecuencia de vibración de la pieza 2 de trabajo correspondiente al número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo y la alimentación por revolución de la pieza 2 de trabajo que ha programado el usuario por medio de la parte 81 de introducción. La parte 80 de control central realiza entonces un procesamiento de operación con respecto al movimiento de avance y retroceso a lo largo de la trayectoria de interpolación según la información de programa sobre el método de interpolación hasta el punto B, que es el destino de la pieza 2 de trabajo, almacenada en la parte 82 de almacenamiento de información de programa y la información seleccionada anteriormente (la distancia de avance del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, la distancia de retroceso del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, la velocidad hacia delante del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y la velocidad hacia atrás del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo). La parte 80 de control central envía entonces el resultado de operación al controlador 84 de motor y al mismo tiempo envía la frecuencia de vibración seleccionada anteriormente de la pieza 2 de trabajo al elemento 85 de visualización.

El controlador 84 de motor sincroniza la pieza 2 de trabajo en múltiples direcciones axiales (dos direcciones axiales del eje X y el eje Z en el dibujo) y controla la pieza 2 de trabajo para moverla de manera alterna entre la posición de línea continua y la posición de línea discontinua tal como se muestra en la figura 6, basándose en el resultado de operación anterior. Como resultado, la pieza 2 de trabajo se corta mediante la herramienta 4 de corte mientras vibra a baja frecuencia. Además, la frecuencia de vibración de la pieza 2 de trabajo que se ha enviado al elemento 85 de visualización se visualiza en la parte 85 de elemento de visualización.

Dado que la presente realización y la primera realización sólo difieren en el objetivo de vibrar a baja frecuencia, la presente realización realiza un efecto similar al de la primera realización.

A continuación, se describirá con detalle una tercera realización según la presente invención con referencia a la figura 7. Se observa que se asignarán los mismos números a las configuraciones iguales que las de las realizaciones primera y segunda y se omitirán las descripciones de las mismas.

Una máquina-herramienta 20 según la presente realización está compuesta por un torno CNC y, tal como se muestra en la figura 7, incluye en el eje Z un mecanismo 3 de rotación para soportar de manera rotatoria una pieza 2 de trabajo, que es un objeto que va a mecanizarse, y un mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo proporcionado en la parte inferior del mecanismo 3 de rotación y que alimenta de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P3) la pieza 2 de trabajo proporcionada en una base 21. En el eje X perpendicular al eje Z, se proporciona en una base 22 un mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte para alimentar de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P4) una herramienta 4 de corte para cortar la pieza 2 de trabajo. Además, la máquina-herramienta 20 está equipada con un dispositivo 8 de control para controlar de manera individual las operaciones del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo mediante un servoamplificador 9 para que la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo vibren a una baja frecuencia deseada. Se observa que en la figura 7 sólo se muestran el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo en el eje Z y el mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte en el eje X pero la máquina-herramienta también tiene un mecanismo de alimentación de pieza de trabajo y un mecanismo de alimentación de herramienta de corte en el eje Y ortogonal con respecto a los ejes X e Y.

A continuación, se describirá, usando también la figura 8, un método para sincronizar conjuntamente la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte de la máquina-herramienta 20 configurada anteriormente en múltiples direcciones axiales (tres direcciones axiales del eje X, el eje Z y el eje Y en el dibujo), moverlas de manera alterna entre posiciones de línea continua y posiciones de línea discontinua tal como se muestra en la figura 7, y cortar la pieza 2 de trabajo mediante la herramienta 4 de corte mientras se las hace vibrar. Se observa que este método es casi igual que el de la primera realización y, por tanto, sólo se describirán los puntos que difieren con respecto a la primera realización.

En la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración, se almacenan datos para sincronizar la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte en múltiples direcciones axiales (tres direcciones axiales del eje X, el eje Z y el eje Y en el dibujo) y alimentarlas y hacerlas vibrar a baja frecuencia, es decir, la tabla de información de corte por vibración VC_TBL (véase la figura 3). En esta tabla de información de corte por vibración VC_TBL (véase la figura 3), se almacenan distancias de avance (mm) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, distancias de retroceso (mm) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, velocidades hacia delante (mm/min) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, velocidades hacia atrás (mm/min) del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y frecuencias de vibración (Hz) de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo.

correspondientes al número de revoluciones (rpm) de la pieza 2 de trabajo y alimentaciones (mm) de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo por revolución de la pieza 2 de trabajo que ha programado el usuario por medio de la parte 81 de introducción. Por tanto, la parte 80 de control central selecciona las distancias de avance del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, las distancias de retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, las velocidades hacia delante del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, las velocidades hacia atrás del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y las frecuencias de vibración de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo correspondientes al número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo y las alimentaciones de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo por revolución de la pieza 2 de trabajo que ha programado el usuario por medio de la parte 81 de introducción. La parte 80 de control central realiza entonces un procesamiento de operación con respecto al movimiento de avance y retroceso a lo largo de la trayectoria de interpolación según la información de programa sobre el método de interpolación hasta el punto B, que es el destino de la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte, almacenada en la parte 82 de almacenamiento de información de programa y la información seleccionada anteriormente (las distancias de avance del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, las distancias de retroceso del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo, las velocidades hacia delante del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y las velocidades hacia atrás del mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte y el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo). La parte 80 de control central envía entonces el resultado de operación al controlador 84 de motor y al mismo tiempo envía las frecuencias de vibración seleccionadas anteriormente de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo a la parte 85 de elemento de visualización.

El controlador 84 de motor controla la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo para moverlas de manera alterna entre las posiciones de línea continua y las posiciones de línea discontinua tal como se muestra en la figura 7, basándose en el resultado de operación anterior. Como resultado, la pieza 2 de trabajo se corta mediante la herramienta 4 de corte. Además, las frecuencias de vibración de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo que se han enviado a la parte 85 de elemento de visualización se visualizan en la parte 85 de elemento de visualización.

Por su parte, la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo que vibran a baja frecuencia funcionan en sincronización conjunta entre sí pero no funcionan independientemente tal como se describió anteriormente. Esto se describirá usando la figura 8.

La figura 8 es un diagrama para explicar el procedimiento para cortar la pieza 2 de trabajo usando la herramienta 4 de corte con dos ejes del eje X y el eje Z en sincronización conjunta. En el presente documento, se mostrará un caso en el que la pieza 2 de trabajo se mueve a lo largo del eje Z una distancia TL1Z desde el punto TP1Z hasta el punto TP10Z y adicionalmente la herramienta 4 de corte se mueve a lo largo del eje X una distancia TL1X desde el punto TP1X hasta el punto TP10X.

En primer lugar, cuando se intenta hacer avanzar la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte una distancia TL2 desde el punto (TP1X, TP1Z) hasta el punto (TP2X, TP2Z), la pieza 2 de trabajo se hace avanzar a lo largo del eje Z una distancia TL2Z y la herramienta 4 de corte se hace avanzar a lo largo del eje X una distancia TL2X. Entonces, la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte pueden hacerse avanzar una distancia TL2 mientras se sincronizan conjuntamente con los dos ejes X y Z.

Cuando se intenta hacer retroceder la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte una distancia TL3 hasta el punto (TP3X, TP3Z) después de alcanzar el punto (TP2X, TP2Z), la pieza 2 de trabajo se hace retroceder a lo largo del eje Z una distancia TL3Z y la herramienta 4 de corte se hace retroceder a lo largo del eje X una distancia TL3X. Entonces, la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte pueden hacerse retroceder una distancia TL3 mientras se sincronizan conjuntamente con los dos ejes X y Z.

Tal como se ha indicado anteriormente, se repite la operación de hacer avanzar la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte la distancia TL2, es decir, hacer avanzar la pieza 2 de trabajo a lo largo del eje Z la distancia TL2Z y hacer avanzar la herramienta 4 de corte a lo largo del eje X la distancia TL2X, y hacer retroceder la pieza 2 de trabajo y la herramienta 4 de corte la distancia TL3, es decir, hacer retroceder la pieza 2 de trabajo a lo largo del eje Z la distancia TL3Z y hacer retroceder la herramienta 4 de corte a lo largo del eje X la distancia TL3X, mediante lo cual la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo se mueven una distancia TL1 desde el punto (TP1X, TP1Z) hasta el punto (TP10X, TP10Z).

Por consiguiente, la pieza 2 de trabajo puede cortarse mediante la herramienta 4 de corte a lo largo de una línea recta (una conicidad) unida desde la posición del punto (TP1X, TP1Z) hasta el punto (TP10X, TP10Z).

Tal como se describió anteriormente, la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo que vibran a baja frecuencia funcionan con los dos ejes del eje X y el eje Z sincronizados conjuntamente, pero no funcionan independientemente.

Por consiguiente, las operaciones de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo son de tal manera que parece que la pieza 2 de trabajo se ha detenido cuando se observa desde el lado de herramienta 4 de corte y parece que la herramienta 4 de corte se ha detenido cuando se observa desde el lado de pieza 2 de trabajo. Por tanto, las operaciones en la presente realización son sustancialmente iguales que las de la herramienta 4 de corte ilustradas en la primera realización o el funcionamiento de la pieza 2 de trabajo ilustrada en la segunda realización. Además, con motivo de que los tres ejes incluyen el eje Y ortogonal con respecto a los ejes X y Z, los tres ejes funcionan mientras se sincronizan conjuntamente.

Por tanto, la presente realización y la primera realización sólo difieren en el objetivo de vibrar a baja frecuencia y, por tanto, la presente realización realiza un efecto similar al de la primera realización.

Además, se facilitan ejemplos de hacer rotar la pieza 2 de trabajo y cortar la pieza 2 de trabajo mediante la herramienta 4 de corte en las realizaciones primera a tercera. Sin embargo, la presente invención puede aplicarse a máquinas-herramienta según las realizaciones cuarta y quinta de hacer rotar la herramienta 4 de corte y cortar la pieza 2 de trabajo mediante la herramienta 4 de corte tal como se muestra en la figura 9 y la figura 10, por ejemplo.

Más específicamente, una máquina-herramienta 30 según una cuarta realización mostrada en la figura 9 está compuesta por un torno CNC e incluye un mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo para soportar una pieza 2 de trabajo, que es un objeto que va a mecanizarse, un mecanismo 31 de rotación para soportar de manera rotatoria una herramienta 4 de corte para cortar la pieza 2 de trabajo y un mecanismo 34 de alimentación de herramienta de corte proporcionado en la parte inferior del mecanismo 31 de rotación y que alimenta de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P5) la herramienta 4 de corte proporcionada en una base 33. La máquina-herramienta 30 está equipada con un dispositivo 8 de control para controlar el funcionamiento del mecanismo 34 de alimentación de herramienta de corte mediante un servoamplificador 9 para que la herramienta 4 de corte vibre a una baja frecuencia deseada. Se observa que en la figura 9 sólo se muestra el mecanismo 34 de alimentación de herramienta de corte en el eje Z pero la máquina-herramienta también tiene un mecanismo de alimentación de herramienta de corte en el eje X ortogonal con respecto al mismo. Además, la configuración del mecanismo 34 de alimentación de herramienta de corte es casi igual que la del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo y sólo se reemplaza el motor 11a de accionamiento de alimentación de pieza de trabajo con el motor 7a de accionamiento de alimentación de herramienta de corte. Por tanto, se asignarán los mismos números y se omitirán las descripciones de los mismos.

Por otra parte, el mecanismo 31 de rotación anterior tiene un motor 31a de husillo, y se une de manera rotatoria un mecanismo 31c de mandril de herramienta de corte a un árbol 31b principal del motor 31a de husillo. La herramienta 4 de corte se agarra mediante el mecanismo 31c de mandril de herramienta de corte, y la herramienta 4 de corte agarrada se configura para accionarse de manera rotacional alrededor de un eje de rotación R mediante el accionamiento de rotación del motor 31a de husillo. Además, un método para mover de manera alterna la herramienta 4 de corte de la máquina-herramienta 30 así configurada entre una posición de línea continua y una posición de línea discontinua tal como se muestra en la figura 9, y cortar la pieza 2 de trabajo mientras se hace vibrar la herramienta 4 de corte es casi igual que el de la primera realización. Sólo es diferente el punto de que los valores de configuración de programa correspondientes a los datos almacenados en la tabla de información de corte por vibración VC_TBL (véase la figura 3) almacenados en la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración son el número de revoluciones (rpm) de la herramienta 4 de corte y una alimentación (mm) de la herramienta 4 de corte por revolución de la misma que ha programado el usuario mediante la parte 81 de introducción, y los demás son idénticos.

<Quinta realización>

Por otra parte, una máquina-herramienta 40 según la quinta realización mostrada en la figura 10 está compuesta por un torno CNC e incluye un mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo para soportar una pieza 2 de trabajo, que es un objeto que va a mecanizarse, un mecanismo 31 de rotación para soportar de manera rotatoria una herramienta 4 de corte para cortar la pieza 2 de trabajo, y un mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo proporcionado en la parte inferior del mecanismo 32 de mandril de pieza de trabajo y que alimenta de manera que puede avanzar y retroceder (véase la flecha P6) la pieza 2 de trabajo proporcionada en una base 41. La máquina-herramienta 40 está equipada con un dispositivo 8 de control para controlar el funcionamiento del mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo mediante un servoamplificador 9 para que la pieza 2 de trabajo vibre a una baja frecuencia deseada. Se observa que en la figura 10 sólo se muestra el mecanismo 11 de alimentación de pieza de trabajo en el eje Z pero la máquina-herramienta también tiene un mecanismo de alimentación de pieza de trabajo en el eje X ortogonal con respecto al mismo. Además, se asignarán los mismos números a las configuraciones iguales que las de la máquina-herramienta 20 de la segunda realización y que las de la máquina-herramienta 30 mostrada en la figura 9, y se omitirán las descripciones de las mismas.

Un método para mover de manera alterna la pieza 2 de trabajo de la máquina-herramienta 40 así configurada entre una posición de línea continua y una posición de línea discontinua tal como se muestra en la figura 10 y hacer vibrar la pieza 2 de trabajo es casi igual que el de la segunda realización. Sólo es diferente el punto de que los valores de configuración de programa correspondientes a los datos almacenados en la tabla de información de corte por

vibración VC_TBL (véase la figura 3) almacenados en la parte 83 de almacenamiento de información de corte por vibración son el número de revoluciones (rpm) de la herramienta 4 de corte y la alimentación (mm) de la pieza 2 de trabajo por revolución de la herramienta 4 de corte que ha programado el usuario mediante la parte 81 de introducción, y los demás son idénticos.

Ejemplos

A continuación, se usarán ejemplos y un ejemplo comparativo para describir la presente invención con más detalle.

<Ejemplo 1>

Como primer ejemplo, se usó la máquina-herramienta 20 según la tercera realización para realizar el mecanizado de una pieza 2 de trabajo. Se usó un torno automático L16CNC fabricado por CITIZEN MACHINERY CO., LTD. como máquina-herramienta 20. Se usó una barra SKD11- ϕ 12.0 como pieza 2 de trabajo, y se usó una herramienta de torneado con un diámetro de 12 mm como herramienta 4 de corte. Además, se usó una combinación de un husillo de bolas y un servomotor como mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte. El número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo se programó en 600 rpm, y se programaron alimentaciones de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo por revolución de la pieza 2 de trabajo para cada una en 0,01 mm, y luego se realizó el corte de la pieza 2 de trabajo. Como consecuencia, pudo producirse una pieza de trabajo mecanizada mostrada en la figura 11. Se observa que la amplitud de vibración de baja frecuencia de la herramienta 4 de corte y la pieza 2 de trabajo según los valores programados anteriores se configuró para cada una en 0,03 y la frecuencia se configuró para cada una en 9 Hz.

Por otra parte, se usó la misma máquina sin configurar la frecuencia para producir una pieza de trabajo mecanizada que tenía la forma de mecanizado tal como se muestra en la figura 11 mediante el corte convencional. Sin embargo, el corte en sí fue imposible debido a la rotura de la herramienta derivada de la resonancia.

A partir de lo anterior, puede observarse que el corte por vibración de baja frecuencia tiene una baja resistencia de corte y es notablemente excelente en el rendimiento de mecanizado en comparación con el corte convencional. Además, la máquina-herramienta 100 unida con el excitador de vibraciones a la herramienta de corte de la misma tal como se muestra en la figura 13 presenta el problema descrito anteriormente y, por tanto, no puede mecanizar la forma cónica de la parte de extremo distal de la pieza de trabajo mecanizada mostrada en la figura 11.

<Ejemplo 2>

A continuación, como segundo ejemplo, se usó la máquina-herramienta 1 según la primera realización para mecanizar una pieza 2 de trabajo mediante el corte por vibración de baja frecuencia con el fin de producir una pieza de trabajo mecanizada mostrada en la figura 12. Se usó un torno CNC NL-10 fabricado por CITIZEN MACHINERY CO., LTD. como máquina-herramienta 1. Se usó una barra ϕ 10-SUS304 como pieza 2 de trabajo, y se usó el elemento DCGT11T304ER-U-PR930 fabricado por KYOCERA Corporation como herramienta 4 de corte. Además, se usó un servomotor lineal fabricado por Mitsubishi Electric Corporation como mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte. El número de revoluciones de la pieza 2 de trabajo se programó en 3750 rpm, y la alimentación de la herramienta 4 de corte por revolución de la pieza 2 de trabajo se programó en 0,01 mm, y se usó el producto SUNCUT EF-5N (insoluble en agua) fabricado por NIPPON GREASE CO., LTD. como refrigerante. Además, la amplitud de vibración de baja frecuencia de la herramienta 4 de corte según los valores programados anteriores se configuró en 0,03 y la frecuencia en 48 Hz.

<Ejemplo comparativo 1>

Por otra parte, como primer ejemplo comparativo, se usó la máquina-herramienta 1 según la primera realización para mecanizar una pieza 2 de trabajo mediante el corte convencional con el fin de producir una pieza de trabajo mecanizada mostrada en la figura 12. Se usó un torno CNC NL-10 fabricado por CITIZEN MACHINERY CO., LTD. como máquina-herramienta 1. Se usó una barra ϕ 10- SUS304 como la pieza 2 de trabajo, y se usó el elemento DCGT11T304ER-U-PR930 fabricado por KYOCERA Corporation como herramienta 4 de corte. Además, se usó un servomotor lineal fabricado por Mitsubishi Electric Corporation como mecanismo 7 de alimentación de herramienta de corte. La alimentación por revolución se configuró en 28 mm/min de manera que se hizo que el tiempo de corte fuera el mismo que el del corte por vibración de baja frecuencia del Ejemplo 2 anterior. Además, se usó el producto SUNCUT EF-5N (insoluble en agua) fabricado por NIPPON GREASE CO., LTD. como refrigerante.

<Evaluación de la precisión de corte>

Se midió el diámetro de T1 y T2 (véase la figura 12) de las piezas de trabajo mecanizadas que se habían obtenido en el Ejemplo 2 y el Ejemplo comparativo 1 anteriores, y se midió una rebaba de T3 (véase la figura 12). El resultado de las mediciones se mostrará en la Tabla 1.

[Tabla 1]

	Ejemplo 2	Ejemplo comparativo 1
T1	Φ 7,001	Φ 7,001
T2	Φ 7,000	Φ 6,997
T3	Φ 10,043	Φ 10,081

5 Tal como se muestra en la Tabla 1 anterior, la diferencia de diámetro entre T1 y T2 en el Ejemplo 2 era pequeña, mientras que la diferencia de diámetro entre T1 y T2 en el Ejemplo comparativo 1 era grande. Además, la rebaba de T3 en el Ejemplo comparativo 1 era mayor que la de T3 en el Ejemplo 2. A partir de esto, puede observarse que la baja frecuencia

Descripción de los números

- 10 1, 10, 20, 30, 40...Máquina-herramienta
- 2...Pieza de trabajo
- 15 3...Mecanismo de rotación (medios de sujeción de pieza de trabajo)
- 4...Herramienta de corte
- 5...Soporte de herramienta de corte (medios de sujeción de herramienta de corte)
- 20 7, 34...Mecanismo de alimentación de herramienta de corte
- 7a...Motor de accionamiento de alimentación de herramienta de corte
- 25 8...Dispositivo de control (Mecanismo de control)
- 11...Mecanismo de alimentación de pieza de trabajo
- 11a...Motor de accionamiento de alimentación de pieza de trabajo
- 30 31...Mecanismo de rotación (medios de sujeción de herramienta de corte)
- 32...Mecanismo de mandril de pieza de trabajo (medios de sujeción de pieza de trabajo)
- 35 83...Parte de almacenamiento de información de corte por vibración (medios de almacenamiento de información de corte por vibración)
- VC_TBL...Tabla de información de corte por vibración
- 40 K...Espacio

REIVINDICACIONES

1. Máquina-herramienta que comprende:
 - 5 unos medios (5, 31) de sujeción de herramienta de corte para sujetar una herramienta (4) de corte para mecanizar una pieza (2) de trabajo;

unos medios (3, 32) de sujeción de pieza de trabajo para sujetar la pieza (2) de trabajo,
 - 10 pudiendo moverse los medios (5, 31) de sujeción de herramienta de corte y/o los medios (3, 32) de sujeción de pieza de trabajo para alimentar la herramienta (4) de corte y la pieza (2) de trabajo una en relación con la otra en una pluralidad de direcciones axiales que comprenden al menos unas direcciones axiales primera y segunda; y
 - 15 un mecanismo (8) de control para controlar el funcionamiento de los medios (5, 31) de sujeción de herramienta de corte y/o los medios (3, 32) de sujeción de pieza de trabajo,

caracterizada porque el mecanismo (8) de control puede hacerse funcionar para mover de manera sincronizada la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte una en relación con la otra en las
 - 20 direcciones axiales primera y segunda para permitir movimientos de avance y retroceso de la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte una en relación con la otra a lo largo de una trayectoria de interpolación; y para hacer vibrar relativamente la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte a una baja frecuencia repitiendo los movimientos de avance y retroceso a lo largo de dicha trayectoria de interpolación.
 - 25
2. Máquina-herramienta según la reivindicación 1, en la que la pluralidad de direcciones axiales comprenden además una tercera dirección axial, y el mecanismo (8) de control puede hacerse funcionar para mover de manera sincronizada la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte una en relación con la otra en las
- 30 direcciones axiales primera, segunda y tercera para permitir los movimientos de avance y retroceso a lo largo de la trayectoria de interpolación.
3. Máquina-herramienta según la reivindicación 1 ó 2, en la que los medios (5, 31) de sujeción de herramienta de corte pueden moverse en la pluralidad de direcciones axiales.
- 35 4. Máquina-herramienta según la reivindicación 1 ó 2, en la que los medios (3, 32) de sujeción de pieza de trabajo pueden moverse en la pluralidad de direcciones axiales.
5. Máquina-herramienta según la reivindicación 1 ó 2, en la que los medios (5) de sujeción de herramienta de corte y los medios (3) de sujeción de pieza de trabajo pueden moverse, y los medios (5) de sujeción de herramienta de corte y los medios (3) de sujeción de pieza de trabajo se mueven conjuntamente para
- 40 alimentar la herramienta (4) de corte en relación con la pieza (2) de trabajo en la pluralidad de direcciones axiales.
6. Máquina-herramienta según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además unos medios (83) de almacenamiento de información de corte por vibración para almacenar previamente datos para hacer vibrar la pieza (2) de trabajo y la herramienta (4) de corte a la baja frecuencia, en la que el mecanismo (8) de control ejerce un control basándose en los datos almacenados en los medios (83) de almacenamiento de información de corte por vibración.
- 45

Fig. 1

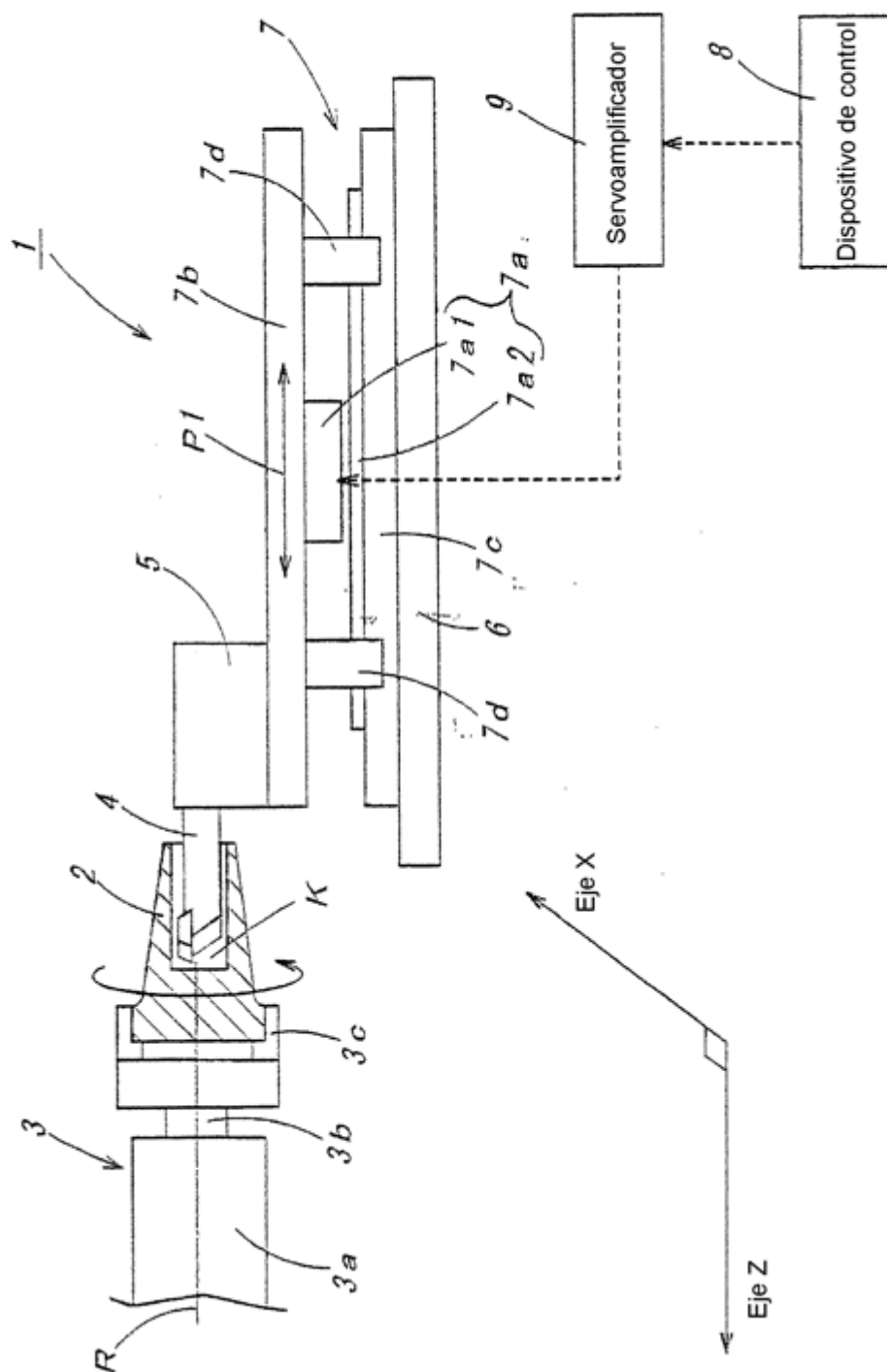


Fig. 2

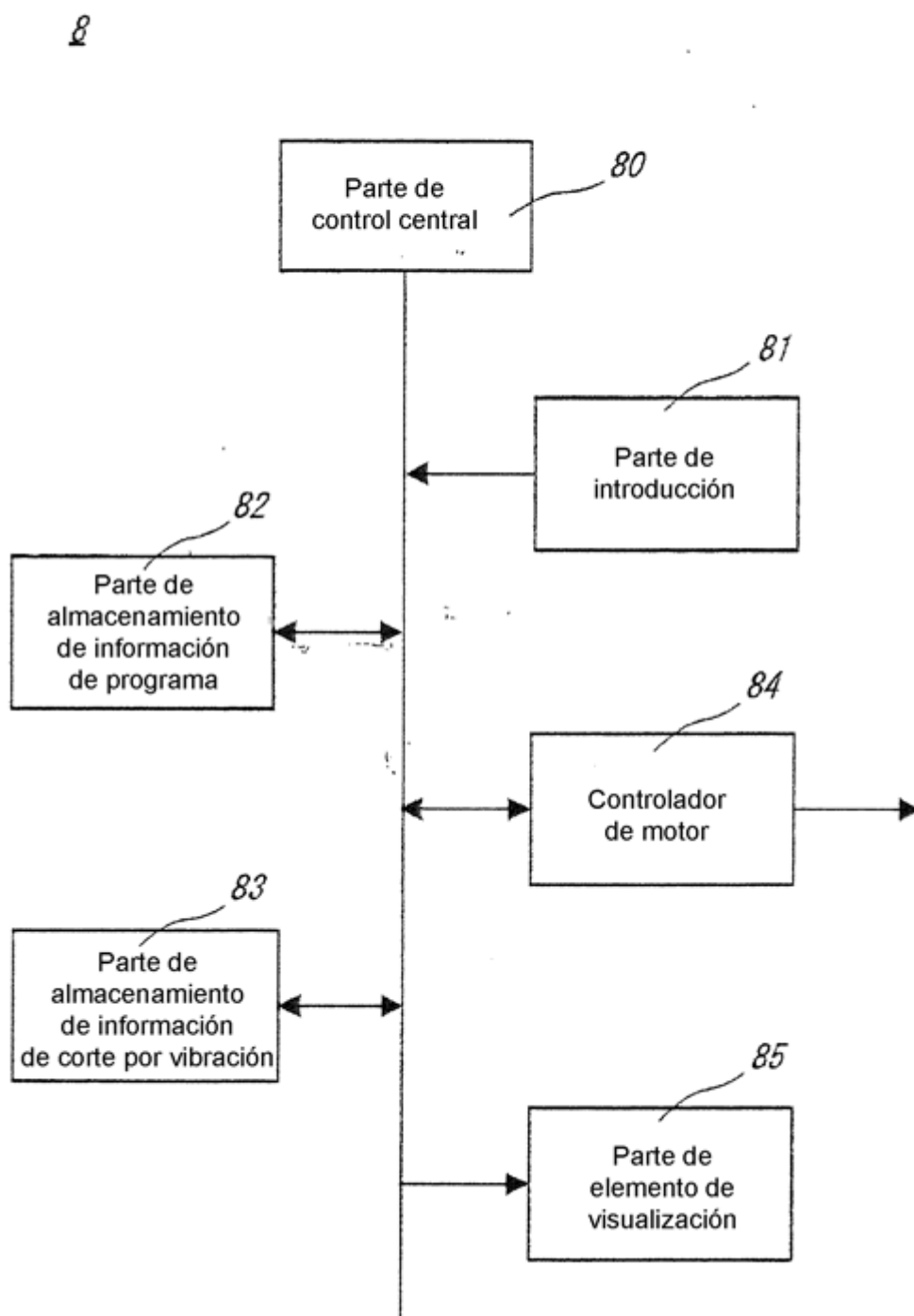


Fig. 3

Valor de configuración de programa		Datos almacenados				
Número de revoluciones (rpm)	Alimentación por revolución (mm)	Distancia de avance (mm)	Distancia de retroceso (mm)	Velocidad hacia delante (mm/min)	Velocidad hacia atrás (mm/min)	Frecuencia de vibración (Hz)
1000	0.005	0.035	0.03	290	290	25
	0.01	0.04	0.03	300	300	25
	0.015	0.045	0.03	350	350	25
	0.005	0.035	0.03	290	290	27
	0.01	0.04	0.03	300	300	27
1100	0.015	0.045	0.03	350	350	27
	0.015	0.045	0.03	350	350	27
...	...	...	...	...	...	...

VC_TBL

Fig. 4

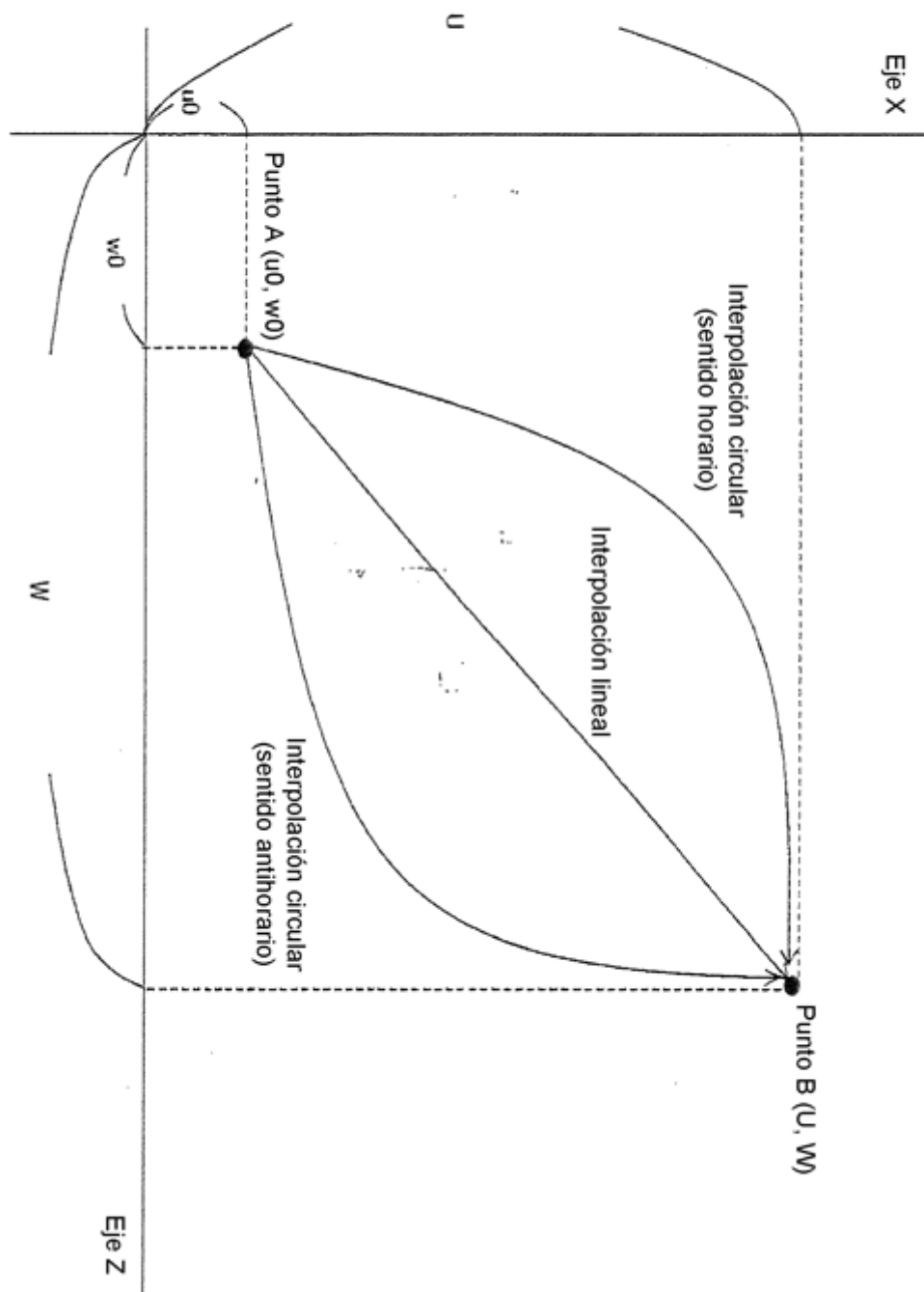


Fig. 5

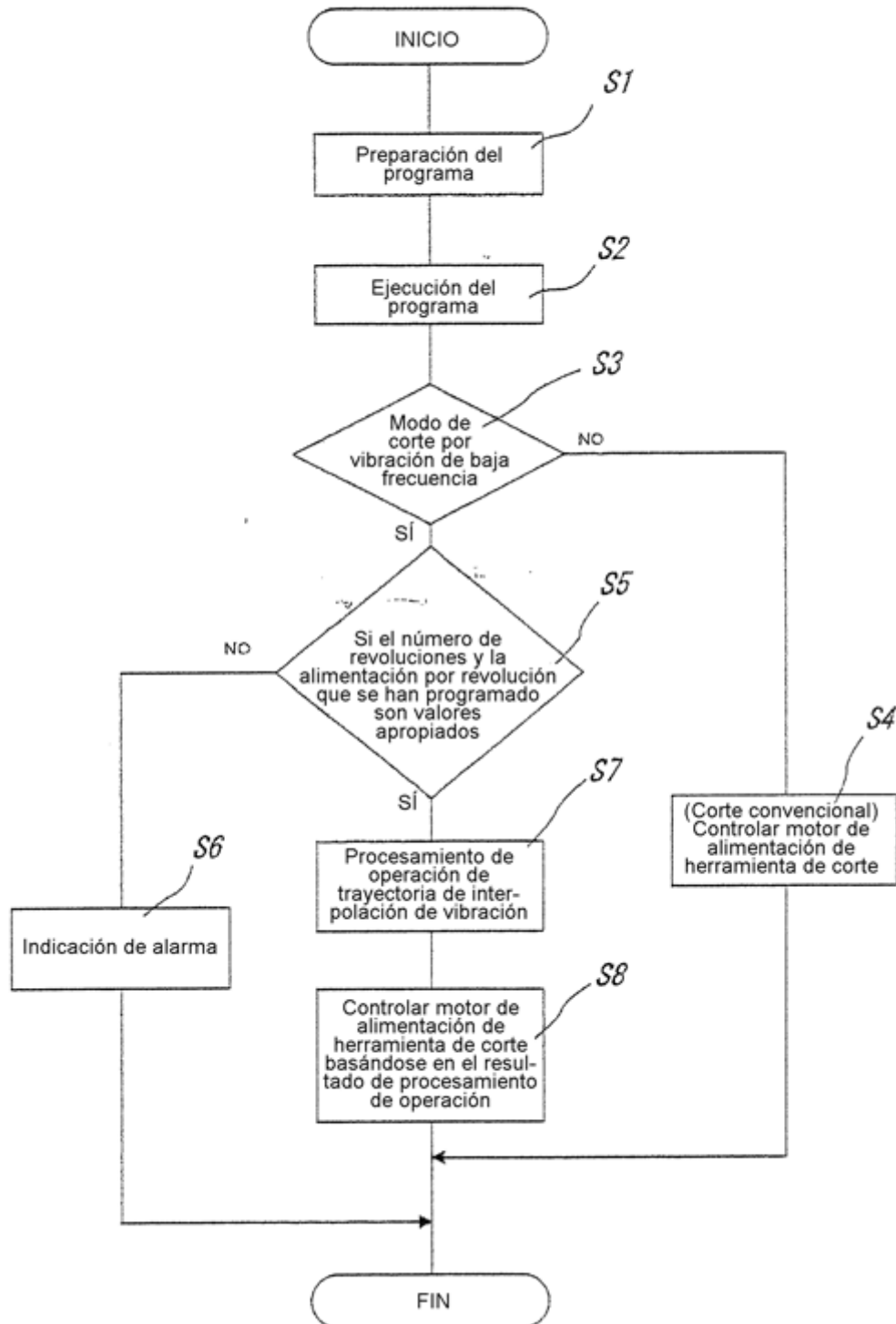


Fig. 6

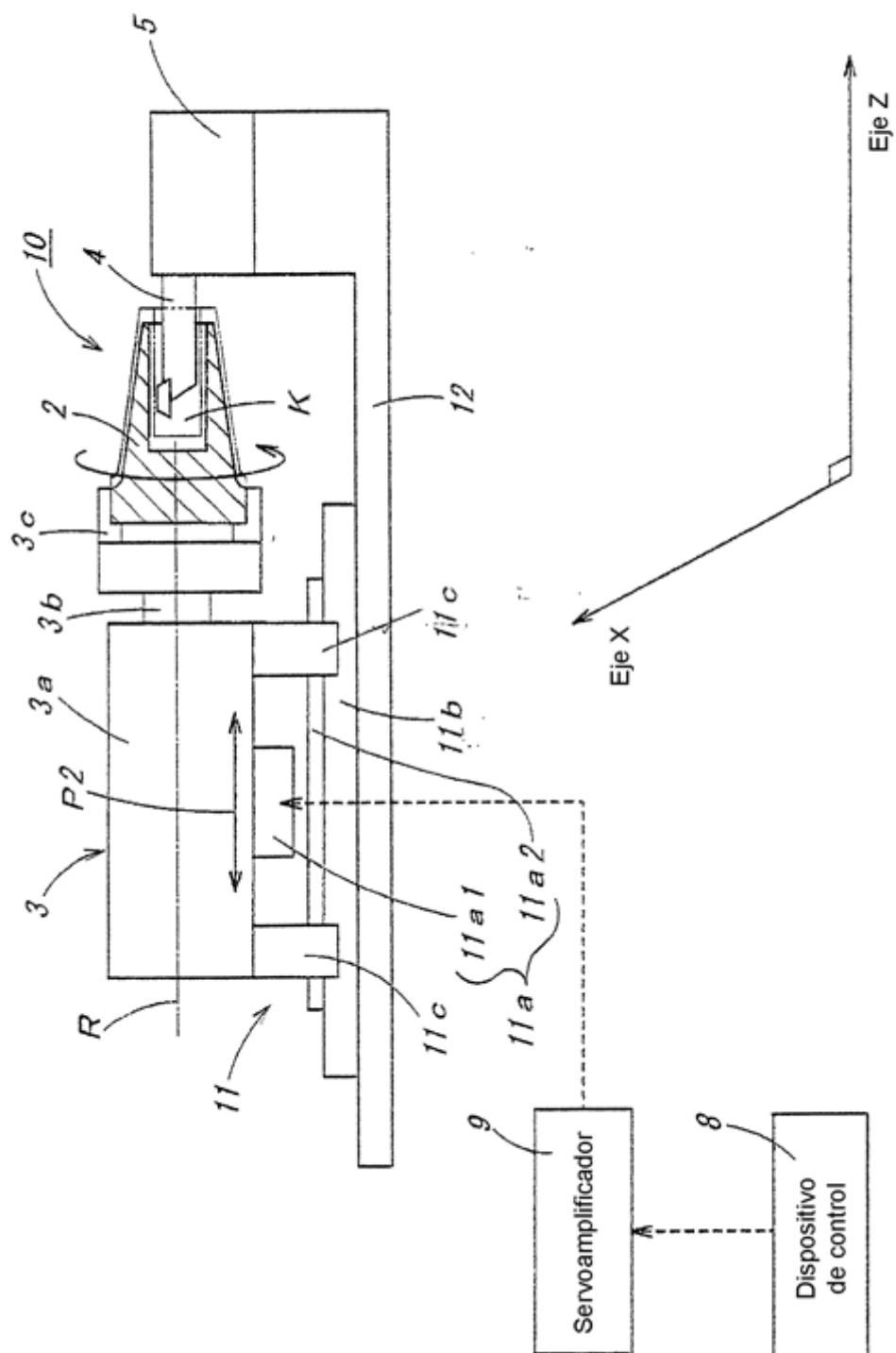


Fig. 7

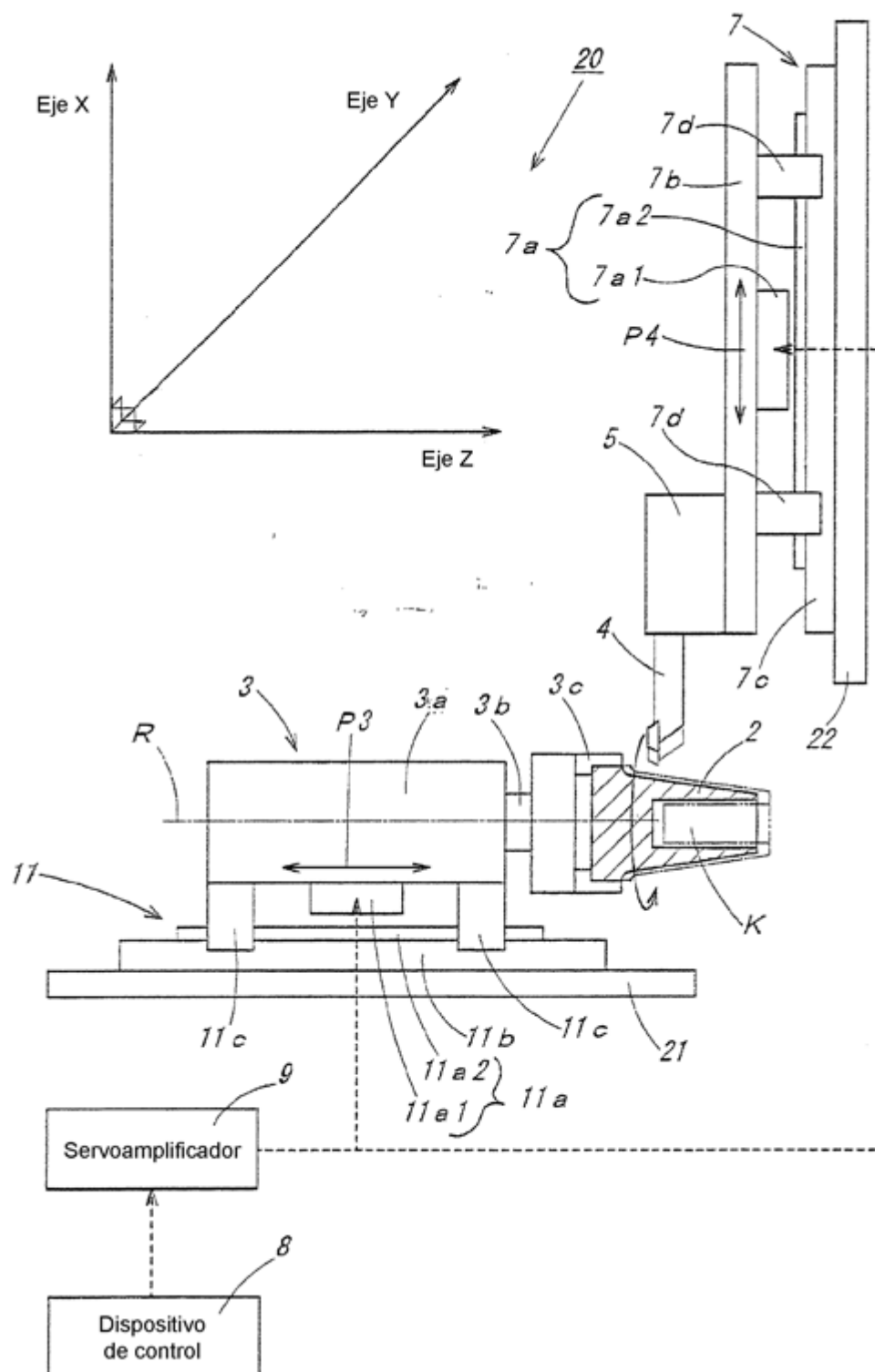


Fig. 8

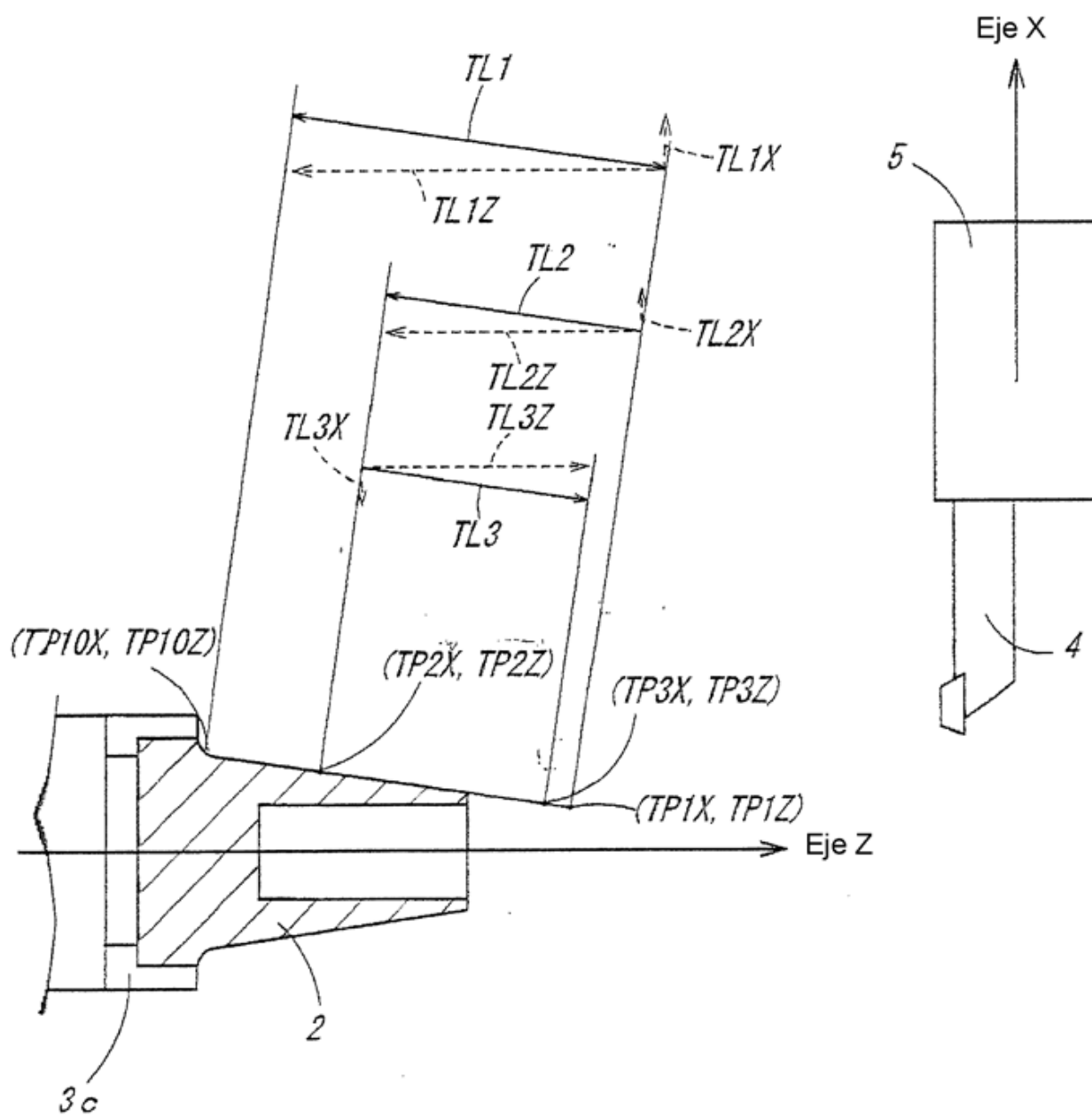


Fig. 9

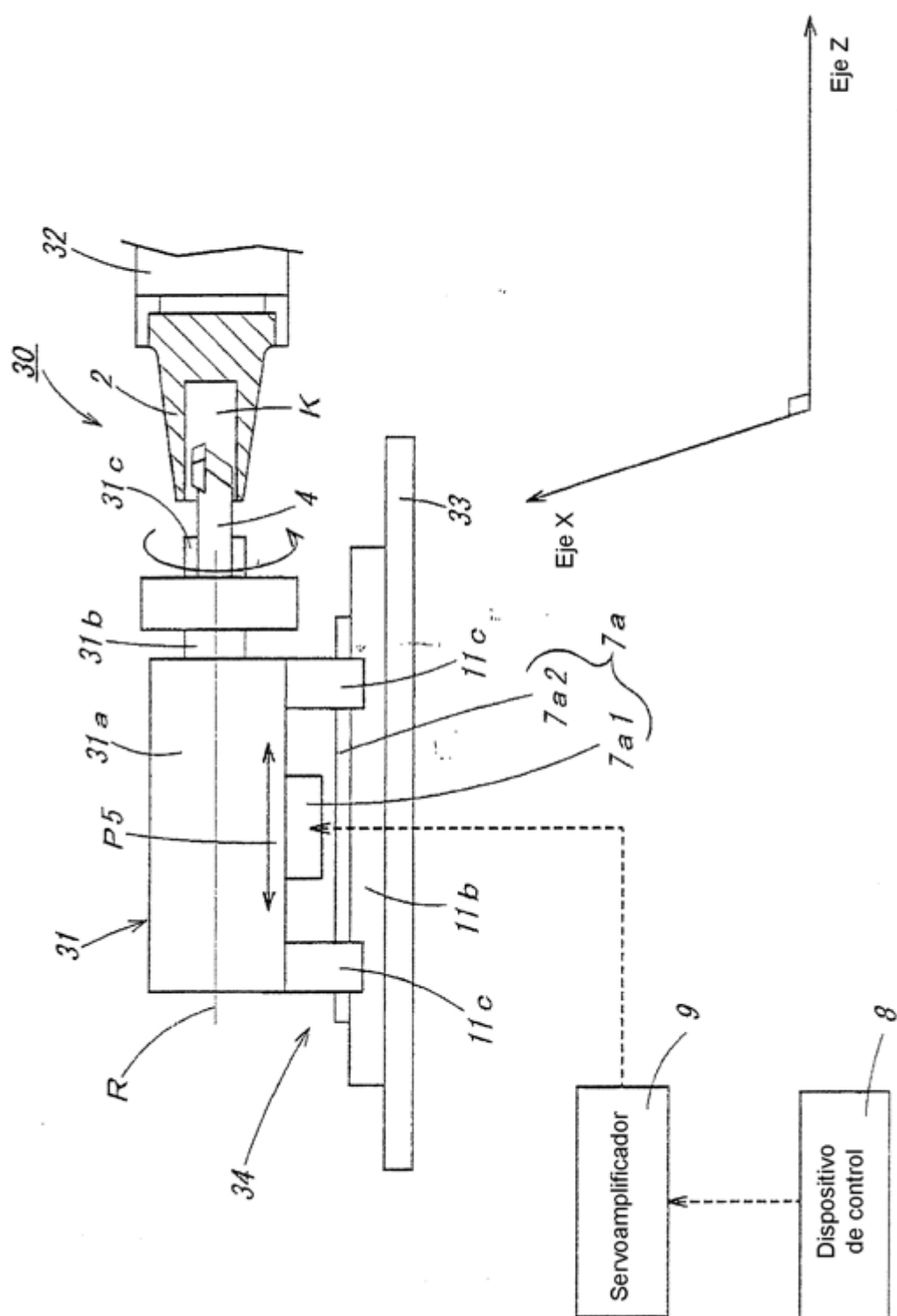


Fig. 10

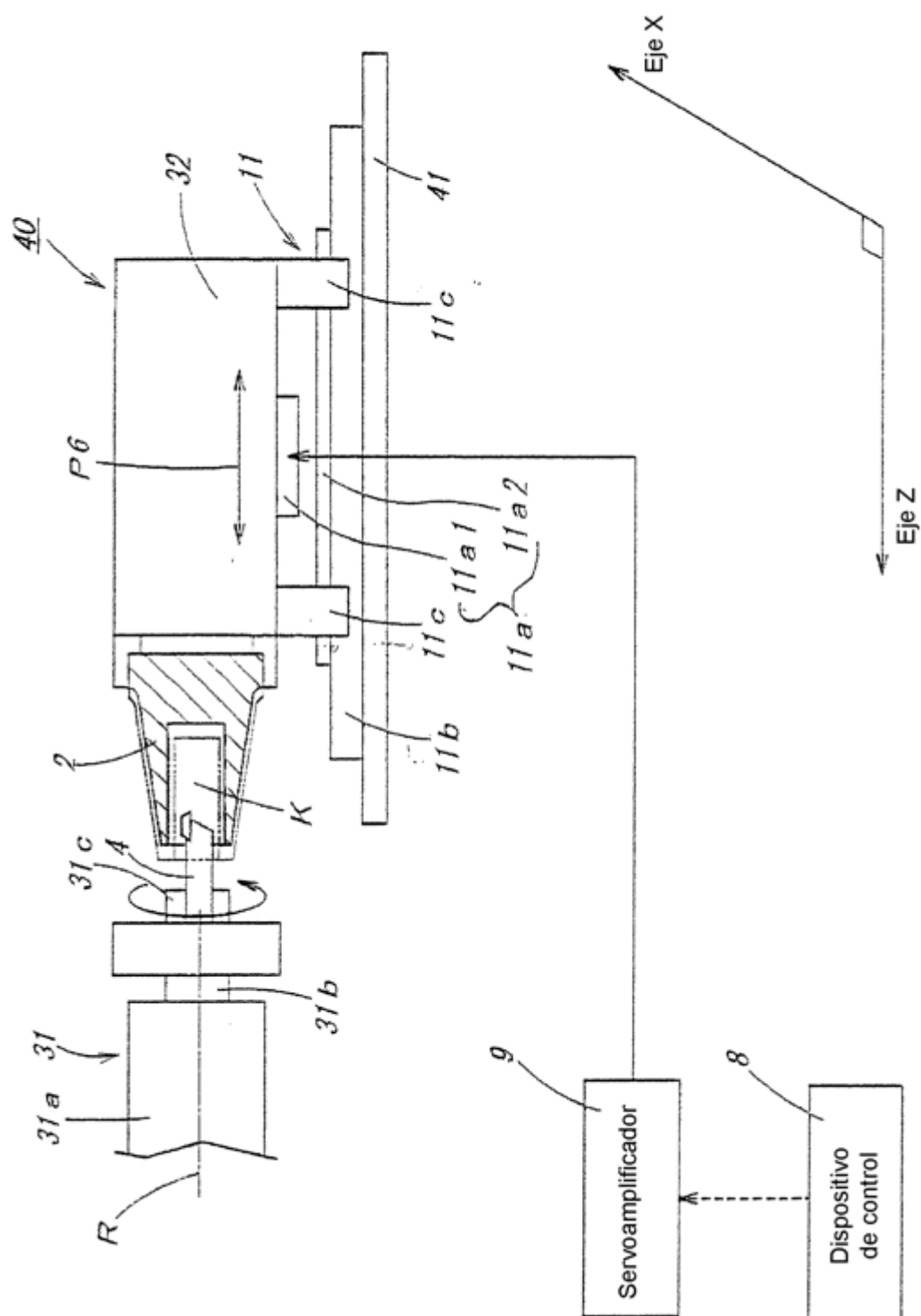


Fig. 11

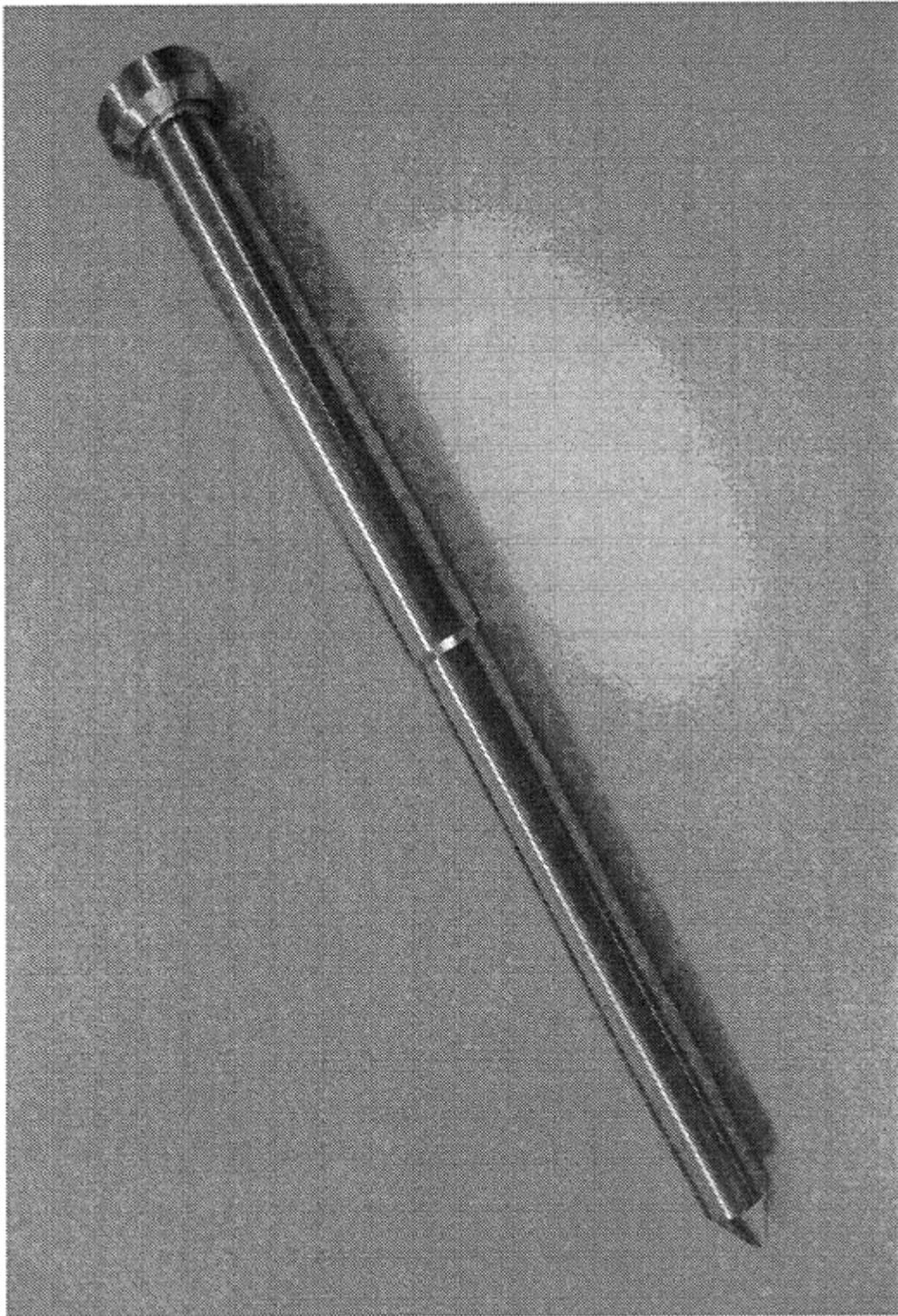


Fig. 12

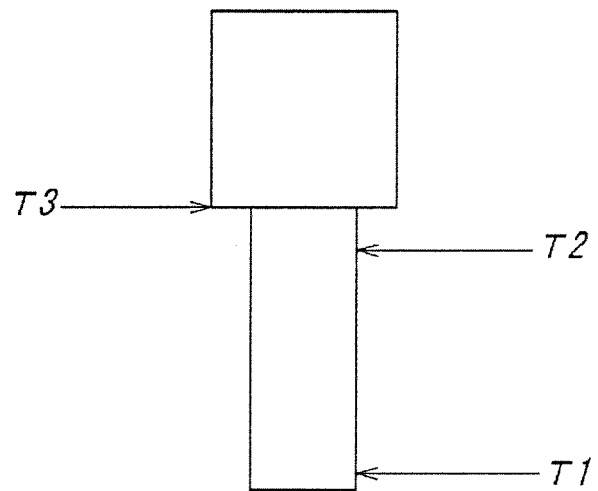


Fig. 13

