(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 066 523**

(21) Número de solicitud: U 200702207

(51) Int. Cl.:

B24B 5/01 (2006.01)

B24B 5/26 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación: **12.11.2007**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2008**

(71) Solicitante/s: **Elena Borisovna Konshina**
ul. Musy Dzhalilya, D.5, Korp. 4, kv. 745
Moscu 11155, RU
Baregam Agvanovich Petrosian

(72) Inventor/es: **Sergeevich Konshin, Anatoly**

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

(54) Título: **Aparato para la microabrasión dimensional de piezas de alta precisión con formas complicadas.**

ES 1 066 523 U

DESCRIPCIÓN

Aparato para la microabrasión dimensional de piezas de alta precisión con formas complicadas.

Ámbito técnico

El presente invento hace referencia al mecanizado de piezas con formas complejas de materiales extraduros y frágiles, en particular a un aparato para la microabrasión dimensional de piezas de alta precisión con formas complejas.

Estado de la técnica

En la actualidad, ha aparecido un nuevo tipo de piezas que presentan un engranaje planetario cónico con dentado helicoidal compuesto de pares de elementos acoplados, los cuales poseen superficies cónicas convexas de hélice esférica y cóncavas dentadas cuyos ejes de giro se encuentran en un punto.

Un ejemplo de este tipo de piezas es el cojinete de empuje radial descrito, por ejemplo, en la patente RF 2247876.

El mencionado cojinete de empuje radial comprende un elemento externo, un elemento interno y un cuerpo de oscilación. La superficie de apoyo del elemento interno está perfilada de modo que presenta, al menos, tres superficies cónicas convexas de hélice esférica, separadas entre sí por una superficie interior cónica que describe una línea helicoidal.

Cada uno de los cuerpos de oscilación presenta una pieza cónica cuya superficie de apoyo está perfilada en forma de palas de doble hélice, las cuales poseen superficies cónicas cóncavas de hélice esférica separadas entre sí por una superficie interna cónica que describe una línea helicoidal.

La superficie de apoyo interna del elemento interno del cojinete posee una forma cónica y presenta un canal para la superficie cónica interna de cada cuerpo de oscilación.

El cojinete mencionado presenta un engranaje planetario cónico con dentado helicoidal en el que los ejes de giro de todos los pares de elementos conectados entre sí coinciden en un punto. De este modo, para cada par de elementos conectados se proporciona simultáneamente un engranaje cónico helicoidal continuo en, al menos, dos puntos de engranaje.

En la actualidad no se conoce ningún dispositivo que sea capaz de mecanizar con una precisión elevada y una productividad aceptable las superficies cónicas convexas de hélice esférica y cóncavas dentadas de un par de elementos engranados perteneciente a un cojinete de empuje radial (engranaje planetario cónico de dentado helicoidal) en el que los ejes de giro de los elementos coinciden en un punto.

Se conoce un aparato para la microabrasión dimensional de piezas (patente RU 2165837) que comprende una amoladora la cual incluye un dispositivo fijado en la placa base para la fijación de un instrumento de corte que posee una superficie efectiva de corte con sus correspondientes granos abrasivos y, un soporte dispuesto bajo dicho dispositivo en el que se sitúa una mesa con un dispositivo para la fijación de la pieza de mecanizado, un mecanismo para desplazar longitudinalmente la mesa en el plano de mecanizado a través del eje de coordenadas X de la amoladora, un mecanismo para desplazar longitudinalmente el soporte junto con la mesa en el plano de mecanizado a través del eje de coordenadas Y de la amoladora, un mecanismo para desplazar el soporte junto con la mesa a través del eje de coordenadas Z y un mecanismo para girar el dispositivo de fijación del instrumento de corte.

En dicho caso, el dispositivo comprende un medio de control numérico por ordenador cuyas salidas están conectadas eléctricamente con los mecanismos correspondientes.

Cada uno de los mecanismos de desplazamiento longitudinal a través de los ejes de coordenadas X e Y de la amoladora presentan un mecanismo que comprende un mecanismo sumador con un reductor planetario de husillos de engranaje cicloidal. El mencionado dispositivo posee un sistema de control operativo de transformación de las magnitudes estadísticas y dinámicas que componen las fuerzas de corte que se producen durante el proceso de amolado, cuyo análisis proporciona información sobre la calidad del mecanizado de las superficies de la pieza finalizada.

Dicho dispositivo permite mecanizar con una elevada precisión piezas de formas complejas mediante microabrasión plástica sin fracturas por fragilidad de la superficie mecanizada, proporcionando una alta calidad de acabado de la superficie de la pieza, en esencia comparable al mecanizado manual, y garantizando la exactitud de las dimensiones de ésta.

Sin embargo, las particularidades estructurales del dispositivo mencionado no permiten mecanizar superficies cónicas convexas de hélice esférica y cóncavas dentadas de un par de elementos acoplados pertenecientes a un engranaje cónico de dentado helicoidal en el que los ejes de giro de los elementos coinciden en un punto.

Problema que debe resolverse mediante el invento

Basándose en el presente modelo de utilidad, se presenta el problema de crear un dispositivo que permita mecanizar con una elevada precisión superficies cónicas convexas de hélice esférica y cóncavas dentadas de un par de elementos acoplados pertenecientes a un engranaje cónico de dentado helicoidal en el que los ejes de giro de los elementos coincidan en un punto, así como proporcionar un control de la forma geométrica y los parámetros dimensionales de las superficies mecanizadas, utilizando para ello una amoladora en calidad de máquina de medición por coordenadas.

Métodos de resolución del problema

Este problema se resuelve mediante la creación de un aparato para la microabrasión dimensional de piezas de alta precisión con formas complicadas, las cuales poseen superficies cónicas-convexas con hélice esférica y superficies cónicas-cóncavas dentadas pertenecientes a un par de elementos engranados, cuyos ejes de giro se encuentran en un punto, comprendiendo el aparato una amoladora orientable dentro del sistema de coordenadas X, Y, Z con punto de origen de lectura O, situado en el plano X, O, Y, la cual incluye un medio de control computacional para las piezas de trabajo de la amoladora, y las siguientes piezas de trabajo de la amoladora fijadas sobre la placa base: un dispositivo para la fijación del primer instrumento de corte, realizado para que pueda girar alrededor del eje C1, sobre la normal que corta el plano horizontal XOY, y el cual posee una superficie efectiva con los granos abrasivos correspondientes, los cuales sobresalen de la base a una altura idéntica; un soporte dispuesto bajo dicho dispositivo en el cual se sitúa una mesa con un dispositivo para fijar las piezas para mecanizar, un primer mecanismo para desplazar longitudinalmente la mesa en relación con el soporte desde el punto de origen de lectura O del eje de coordenadas X de la amoladora, un segundo mecanismo para desplazar longitudinalmente el soporte junto con la mesa en relación con el punto de origen de lectura O del eje de coordenadas Y de la amoladora, un tercer mecanismo para desplazar el soporte junto con la mesa desde el punto de origen de lectura O del eje de coordenadas X1 de la amoladora, siendo el mencionado desplazamiento el resultado del desplazamiento del soporte junto con la mesa desde el punto de origen de lectura O de los ejes de coordenadas X y Z de la amoladora, un cuarto mecanismo de rotación del dispositivo de fijación del primer instrumento de corte alrededor del eje C1, sobre la normal que corta el plano horizontal XOY, un quinto mecanismo de rotación de la pieza de mecanizado alrededor del eje de coordenadas A, paralelo al plano XOZ de la amoladora, un sexto mecanismo de rotación de la pieza de mecanizado alrededor del eje de coordenadas B, paralelo al eje de coordenadas Y de la amoladora y sobre la normal que corta el eje de coordenadas A, y un medio de control computacional cuyas salidas están unidas eléctricamente con las entradas correspondientes de las piezas de trabajo de la amoladora, estando realizado el primer instrumento de corte, según el presente modelo de utilidad, de modo que puede mecanizar superficies dentadas cóncavas, presentando el aparato una primera rueda amoladora en la que las puntas de los granos abrasivos de la superficie efectiva están distribuidas a lo largo del círculo que está situado en el plano XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el citado punto de origen de lectura O de las piezas de trabajo de la amoladora y que es atravesado por el eje C1 de rotación del primer instrumento de corte, comprendiendo asimismo la amoladora como piezas de trabajo fijadas a la placa base un dispositivo para la fijación de un segundo instrumento de corte realizado para que pueda girar alrededor de un eje C2 en la normal que corta el plano XOY y que atraviesa el citado punto de origen de lectura O, y para que pueda girar alrededor de un eje D en la normal que corta el eje C2 por el citado punto de origen de lectura O, estando el segundo instrumento de corte realizado para que pueda mecanizar superficies convexas y presentando una segunda rueda amoladora que posee una superficie efectiva con sus correspondientes granos abrasivos, los cuales sobresalen de la base a una altura idéntica, distribuyéndose las puntas de los granos abrasivos de la segunda rueda amoladora a lo largo del círculo que está situado en el plano en la normal que corta el plano horizontal XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el citado punto de origen de lectura O, un séptimo mecanismo de rotación del segundo instrumento de corte alrededor del eje C2, un octavo mecanismo de rotación del segundo instrumento de corte (5_1) alrededor del eje D y un medio multicanal (34) de control operativo de los parámetros dimensionales y geométricos de las superficies convexas y cóncavas dentadas, el cual posee una primera sonda de medición realizada para que pueda entrar en contacto directo con la superficie convexa dentada mecanizada, que posee una forma geométrica y unas dimensiones que se corresponden con la forma geométrica y las dimensiones de la superficie efectiva de la primera rueda amoladora, una segunda sonda de medición realizada para que pueda entrar en contacto directo con la superficie cóncava dentada mecanizada, la cual posee una forma esférica cuyas dimensiones se corresponden con las dimensiones de la esfera que se forma con la rotación simultánea de la superficie efectiva de la segunda rueda amoladora alrededor de los ejes C2 y D, unos sensores de desplazamiento lineal de la primera y la segunda sonda correspondientes a los ejes X, Y y Z, poseyendo el medio de control computacional salidas adicionales conectadas eléctricamente con las correspondientes entradas de las piezas de trabajo adicionales de la amoladora.

Las características estructurales mencionadas del presente modelo de utilidad permiten mecanizar con una elevada precisión superficies cónicas-convexas de hélice esférica y cónicas-cóncavas dentadas de un par de elementos acoplados pertenecientes a un engranaje cónico de dentado helicoidal en el que los ejes de giro de los elementos coincidan en un punto, así como proporcionar un control de la forma geométrica y los parámetros dimensionales de las superficies mecanizadas, utilizando para ello una amoladora en calidad de máquina de medición por coordenadas.

Resulta oportuno que los mecanismos primero, segundo y quinto posean cada uno un mecanismo sumador compuesto de un primer y un segundo reductor, poseyendo cada uno de ellos un primer y un segundo engranaje planetario cicloidal excéntrico de unión por elementos dentados, un primer y un segundo motor, estando unido el primer motor al eje de entrada del primer reductor, y el segundo motor al eje de entrada del segundo reductor, el segundo engranaje planetario del segundo reductor conectado cinéticamente con el primer engranaje planetario del primer reductor, el

segundo engranaje planetario del primer reductor posee un eje de salida que es también el eje de salida del mecanismo sumador y que proporciona el movimiento de desplazamiento de la pieza de trabajo correspondiente de la amoladora.

Asimismo, resulta deseable que en el primer reductor, el número de elementos dentados del primer engranaje planetario del satélite sea mayor en una unidad al número de elementos dentados del segundo engranaje planetario, y en el segundo reductor el número de elementos dentados del primer engranaje planetario del satélite sea menor en una unidad al número de elementos dentados del segundo engranaje planetario, con lo cual el número total de los elementos dentados del primer y el segundo engranaje planetario de los satélites del primer reductor sea igual al número total de los elementos dentados de los satélites del primer y el segundo engranaje planetario del segundo reductor.

También es conveniente que las ruedas amoladoras primera y segunda y las sondas primera y segunda estén colocadas en un dispositivo para su fijación que esté realizado en forma de "cabezal revólver" de tal forma que pueda girar de manera indexada con respecto a la placa base de la amoladora alrededor del eje E, paralelo al eje de coordenadas Z, y que pueda fijarse firmemente sobre la placa base.

Además, es posible que cada sonda de medición esté realizada de forma que pueda intercambiarse y esté dimensionada en correspondencia con el dispositivo que sirve para fijarla, el cual está montado en la placa base.

La principal novedad del presente modelo de utilidad viene definida por la novedad del engranaje planetario cónico con dentado espiral, cuyas superficies se utilizan como superficies de trabajo de contacto en toda la altura de cada uno de los elementos de engranaje en caso de engranaje simultáneo de varios puntos, y como superficies de compresión hermética móvil a lo largo de toda la anchura de cada uno de los elementos de engranaje también en el caso del mencionado engranaje simultáneo de varios puntos.

El aparato propuesto permite mecanizar todo tipo de piezas de gran precisión con formas complejas para engranaje recíproco en varios puntos de forma cónica de hélice esférica, así como proporcionar un control de la forma geométrica y los parámetros dimensionales de las superficies mecanizadas, utilizando para ello una amoladora en calidad de máquina de medición por coordenadas.

Para comprender mejor el presente método de mecanizado, a continuación se enumeran ejemplos concretos de realización del mismo en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra en proyección isométrica el aparato propuesto realizado de acuerdo con el modelo de utilidad;

La figura 2 muestra en sección transversal el primer instrumento de corte realizado según el presente modelo de utilidad;

La figura tres muestra en sección transversal el segundo instrumento de corte fijado al dispositivo para su fijación, realizado según el presente modelo de utilidad;

La figura 4 muestra en sección transversal por el plano XOZ la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 5 muestra en sección transversal por el plano YOZ la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 6 muestra un esquema cinemático de la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 7 muestra en sección transversal por el plano de intersección de los ejes A y B una parte del aparato propuesto con el dispositivo para la fijación de las piezas para mecanizado realizada según el modelo de utilidad propuesto;

La figura 8 muestra en sección transversal por el plano XOZ un fragmento de la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 9 muestra en sección transversal el segundo instrumento de corte junto con el octavo mecanismo realizado según el presente modelo de utilidad;

La figura 10 muestra un esquema de bloques del control de la amoladora realizada según el modelo de utilidad propuesto;

La figura 11 muestra en sección transversal una parte de los mecanismos primero y segundo realizados según el presente modelo de utilidad.

Ejemplos de realización del invento

El aparato, realizado según el modelo de utilidad propuesto, para el mecanizado de superficies cónicas-convexas de hélice esférica y superficies cónicas-cóncavas dentadas pertenecientes a un par de elementos unidos mediante

engranaje planetario cónico de dentado helicoidal, en el cual los ejes de giro de los elementos se encuentran en un punto, comprende una amoladora 1 (fig. 1) con un medio de control numérico por ordenador para las piezas de trabajo de dicha amoladora, la cual es orientable en el sistema de coordenadas X, Y, Z con punto de origen de lectura O, situado en el plano horizontal X, O, Y.

La amoladora 1 posee un sistema de mecanizado resistente 2 e incluye las siguientes piezas de trabajo.

Unos dispositivos 4, 4_1 fijados a la placa base 3 para la fijación del primer y el segundo instrumento de corte 5, 5_1, respectivamente.

El primer instrumento de corte 5 (fig. 2) está fijado de manera que puede girar alrededor del eje C1 sobre la normal que corta el plano horizontal X, O, Y, y posee una superficie efectiva con sus correspondientes granos abrasivos 7, que sobresales de la base a la misma altura. El primer instrumento de corte 5 está realizado de tal manera que puede mecanizar superficies cónicas-convexas, y presenta una primera rueda amoladora, en la que las puntas de los granos abrasivos de la superficie efectiva 6 están distribuidas a lo largo del círculo que está situado en el plano XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el citado punto de origen de lectura O de desplazamiento de las piezas de trabajo de la amoladora y que es atravesado por el eje C1 de rotación de dicha rueda amoladora.

El segundo instrumento de corte 5_1 (fig. 3) está realizado de tal manera que puede mecanizar superficies cóncavas, y presenta una segunda rueda amoladora colocada de tal manera que puede girar alrededor del eje C2 sobre la normal que corta el plano XOY y que atraviesa el mencionado punto de origen de lectura O. Asimismo, también puede girar alrededor del eje D, sobre la normal que corta el eje C2 en el punto de origen de lectura O mencionado.

El segundo instrumento 5_1 posee una superficie efectiva 6_1 con sus correspondientes granos abrasivos 7_1 que sobresalen de la base a la misma altura.

Las puntas de los granos abrasivos 7_1 de la segunda rueda amoladora están distribuidos a lo largo del círculo que se sitúa en el plano sobre la normal que corta el plano horizontal XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el mencionado punto de origen de lectura O.

Bajo los dispositivos 4, 4_1 (fig. 1) para la fijación de los instrumentos de corte primero y segundo 5, 5_1, respectivamente, hay instalado un soporte 8, en el que se sitúa una mesa 9 con un dispositivo 10 (fig. 4) para la fijación de las piezas para mecanizar 11 o 11_1 que poseen, respectivamente, una superficie convexa o cóncava.

El dispositivo propuesto también comprende las siguientes piezas de trabajo:

- un primer mecanismo 12 para el desplazamiento longitudinal de la mesa 9 en el plano horizontal desde el punto de origen de lectura O sobre el eje de coordenadas X de la amoladora 1;

- un segundo mecanismo 13 (fig. 5) para el desplazamiento longitudinal del soporte junto con la mesa 9 en el plano horizontal desde el punto de origen de lectura O sobre el eje de coordenadas Y de la amoladora 1;

- un tercer mecanismo 14 (fig. 4) para el desplazamiento del soporte 8 junto con la mesa 9 desde el punto de origen de lectura O sobre el eje de coordenadas X1 de la amoladora 1, siendo el desplazamiento mencionado el desplazamiento resultante del soporte 8 junto con la mesa 9 desde el punto de origen de lectura O sobre los ejes de coordenadas X y Z de la amoladora 1;

- un cuarto mecanismo 15 (fig. 6) para el giro del dispositivo de fijación del primer instrumento de corte 5 alrededor del eje C1 sobre la normal que corta el plano horizontal XOY;

- un quinto mecanismo de giro para la fijación de las piezas para mecanizar 11, 11_1 (fig. 7) alrededor del eje de coordenadas A, paralelo al plano XOZ de la amoladora 1;

- un sexto mecanismo de giro de la pieza para mecanizar 11, 11_1 alrededor del eje de coordenadas B, paralelo al eje de coordenadas Y de la amoladora 1 y sobre la normal que corta el eje de coordenadas A;

- un séptimo mecanismo de giro 15_1 (fig. 8) del dispositivo de fijación del segundo instrumento de corte 5_1 alrededor del eje C2;

- un octavo mecanismo 15_2 (fig. 9) de giro del segundo instrumento de corte 5_1 alrededor del eje D;

- un medio 16 (figs. 7, 10) de control numérico por ordenador, cuyas salidas 17, 18, 19, 20, 17_1, 17_2 están conectadas con los mecanismos mencionados correspondientes.

Como se ha citado anteriormente, la superficie efectiva 6, 6_1 de los instrumentos de corte primero y segundo 5, 5_1 posee granos abrasivos 7, 7_1 cuyas puntas sobresalen de las bases 21, 21_1 a una misma altura.

Cada mecanismo 12, 13 (fig. 6) posee un mecanismo sumador 22, 23, respectivamente.

Cada mecanismo sumador 22, 23 posee un primer y un segundo reductor biplanetario de husillos 24_1, 25_1 y 24_2, 25_2 de engranaje cicloidal de los elementos dentados con los eslabones de entrada 26, 27 y 28, 29, respectivamente. Cada reductor 24_1, 25_1 y 24_2, 25_2 posee un primer y un segundo engranaje planetario excéntrico de engranaje cicloidal de los elementos dentados.

Adicionalmente, cada mecanismo sumador posee un primer y un segundo motor 30, 31 y 32, 33: cada primer motor está unido al eslabón de entrada (eje de entrada) del primer reductor 24_1, 25_1, y cada segundo motor está conectado con el eslabón de entrada (eje de entrada) del segundo reductor 24_2, 25_2. El segundo engranaje planetario del primer reductor 24_1, 25_1 posee un eje de salida, el cual también es el eje de salida del mecanismo sumador 22, 23, que confiere el desplazamiento de la pieza de trabajo correspondiente de la amoladora 1.

El dispositivo posee, asimismo, un medio multicanal 34 (fig. 10) de control de los parámetros dimensionales y geométricos de las superficies convexas y cóncavas dentadas. El medio 34 posee conexiones eléctricas que comprenden en cada caso un sensor eléctrico 35, 36, 37. Cada sensor 35, 36, 37 está instalado en el dispositivo 38 correspondiente (fig. 1) para su fijación.

El medio 34 comprende una primera sonda de medición intercambiable 39 (fig. 6) realizada de tal manera que queda en contacto directo con la superficie convexa dentada mecanizada, y una segunda sonda de medición intercambiable 40 realizada de tal manera que queda en contacto directo con la superficie cóncava dentada mecanizada. En dicha configuración, la primera sonda de medición 39 posee una forma geométrica y unas dimensiones que se corresponden con la forma geométrica y las dimensiones de la superficie efectiva de la primera rueda amoladora. La segunda sonda de medición 40 posee una forma de esfera cuyas dimensiones coinciden con las dimensiones de la esfera que se crea con el giro simultáneo de la superficie efectiva de la segunda rueda amoladora alrededor de los ejes C2 y D.

Cada sensor eléctrico 35, 36, 37 (fig. 10) convierte el movimiento lineal de cada sonda 39, 40 (fig. 6) por los ejes de coordenadas X, Y, Z en cada punto de contacto con la superficie por mecanizar de la pieza 11, 111 en un voltaje de corriente eléctrica U.

Aparte, el medio 34 (fig. 10) comprende un amplificador 41 de normalización de la corriente y un convertidor analógico-digital 42 cuya salida 43 está conectada con la correspondiente entrada del registrador multicanal de señales 44, el cual está conectado a su vez a través de la interfaz de conexión 45 al ordenador del medio de control numérico 16.

El medio 16 de control numérico está conectado a través de la interfaz de conexión 46 a un microinterpolador lineal multicanal 47 con memoria búfer, cuyas salidas de 48 a 57 están unidas con las correspondientes entradas de los mecanismos 12, 13, 14.

Asimismo, el aparato también está provisto de un convertidor digital-analógico 48 cuya entrada 59 está conectada a la salida correspondiente del ordenador del medio de control numérico 16, y sus salidas 60 están conectadas con las entradas de los mecanismos 15, 15_1, 15_2.

El tercer mecanismo 14 (fig. 6) de desplazamiento del soporte 8 junto con la mesa 9 comprende un mecanismo de movimiento de avance a través de el eje de coordenadas X 1 (formando un ángulo α con respecto al eje de coordenadas X) del soporte 8 (el cual posee una forma de cuña) por la guía 61, inclinada con respecto al plano horizontal XOY, de la placa base 3.

El mencionado mecanismo comprende un doble reductor biplanetario de husillos 62 (fig. 4) de engranaje cicloidal con un eslabón de entrada 63, unido con el motor propulsor paso a paso 64.

Ante dicha configuración, cada mecanismo primero y segundo 12 (fig. 10), 13 comprende dos bloques 65, 66 y 67, 68 de control del motor paso a paso 30, 31 y 32, 33 correspondiente. El tercer mecanismo 14 comprende un bloque 69 de control del motor paso a paso 64.

El cuarto mecanismo 15 de giro del dispositivo 4 de fijación del primer instrumento de corte 5 comprende un regulador de frecuencia 75 de corriente alterna, cuya entrada está conectada a la salida 60 del convertidor digital-analógico 58, y su salida 76 está conectada a la entrada del motor 77.

El séptimo mecanismo 15_1 y el octavo mecanismo 15_2 pueden estar realizados de forma análoga al cuarto mecanismo 15.

En consecuencia, el octavo mecanismo 15_2 (fig. 3) de giro del segundo instrumento de corte 5_1 alrededor del eje D puede estar realizado en forma de motor neumático helicoidal de engranaje cicloidal, el cual está insertado en los soportes gasodinámicos de giro del rotor, el cual transporta el instrumento de corte 5_1.

Los dispositivos 4 (fig. 8), 4_1 para la fijación simultánea del primer y del segundo instrumento de corte 5, 5_1, por ejemplo, pueden estar realizados en forma de unidad de husillos para abrasión, con la base de cada husillo situada sobre los soportes aerostáticos axiales y radiales fijados sobre la placa base 3.

Los mecanismos primero, segundo y tercero 12 (fig. 10), 13 y 14 mencionados comprenden respectivos mecanismos 79, 80 y 81 de oscilación tornillo-tuerca, estando conectado el eslabón de entrada de cada uno de ellos con el eje de salida del reductor biplanetario de husillos 24_1 (fig. 6), 24_2, 25_1, 25_2, 62 correspondiente.

El sistema de mecanizado resistente 2 de la amoladora 1 comprende las conexiones 82 (fig. 10), 83, 84, 85 para la reproducción de los regímenes tecnológicos de volumen de corte a partir de la acción de los mecanismos correspondientes. Como resultado de la acción de los mecanismos mencionados, se producen fuerzas de corte dirigidas hacia el centro 86 de la curvatura de la superficie efectiva del instrumento de corte correspondiente.

Cada uno de los granos abrasivos 7 (fig. 2) de la superficie efectiva 6 del primer instrumento de corte 5 está fijado, consecuentemente, en una base 21 en forma de puntos independientes dispuestos sobre la línea de la circunferencia con centro de curvatura 86. Por lo tanto, las puntas de cada uno de los citados granos abrasivos 7 se sitúan en el plano horizontal 87 (XOY) de la amoladora 1. Así, el eje de giro C1 de la línea de la circunferencia mencionada con centro de curvatura 86 corta el plano horizontal 87 en el punto del centro de curvatura 86 de la circunferencia, siendo ése el punto de origen (O) de lectura de los desplazamientos de las piezas de trabajo sobre el sistema de coordenadas fijo XYZ de la amoladora 1.

Los granos abrasivos independientes 7_1 (fig. 3) de la superficie efectiva 61 del segundo instrumento de corte 5_1 están fijados a una base 21_1 también en forma de puntos independientes distribuidos a lo largo de la circunferencia 88, que está situada en el plano sobre la normal que corta el plano horizontal XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el mencionado punto de origen de lectura O.

Como se ha mencionado más arriba, el aparato propuesto comprende un quinto mecanismo 89 (fig. 10) para girar el dispositivo 10 junto con la pieza para mecanizar fijada 11, 11_1 alrededor del eje de coordenadas A, y un sexto mecanismo 90 para girar dicho dispositivo 10 junto con la pieza para mecanizar 11, 11_1 alrededor del eje B. Las entradas eléctricas de dichos mecanismos quinto y sexto 89, 90 están conectadas con las salidas correspondientes de 91 a 96 del microinterpolador lineal multicanal 47 con memoria búfer.

Los mecanismos mencionados 89 (fig. 10) y 90 incluyen bloques 97, 98 y 99 para el control de los motores paso a paso 100, 101 y 102 correspondientes. A su vez, el microinterpolador lineal multicanal 47 con memoria búfer posee salidas de 91 a 96 que están conectadas con las entradas correspondientes de los mecanismos 89, 90.

Además, los motores paso a paso 100, 101 y 102 de los mecanismos 89, 90 poseen cada uno un canal de entrada 103, 104 y 105 y ejes de salida 106, 107 y 108.

Asimismo, el quinto mecanismo 89 (fig. 7) mencionado comprende un reductor doble biplanetario de husillos 109 y un reductor biplanetario de husillos 110 de engranaje cicloidal. El eje de entrada del reductor 109 está unido mecánicamente con el eje de salida 106 del motor paso a paso 100, y el eje de salida del reductor 109 está situado sobre un eje que coincide con el eje de coordenadas A y es paralelo al plano de coordenadas XOZ de la amoladora 1, y está unido mecánicamente con el dispositivo 10 para la fijación de las piezas para mecanizar 11, 11_1.

El eje de entrada del reductor biplanetario de husillos 110 está conectado con el eje de salida 107 del motor paso a paso 101, y el eje de entrada del reductor 110 está unido por engranaje mecánico con el eje del reductor 109 paralelo a aquél.

El sexto mecanismo 90 mencionado comprende un reductor biplanetario de husillos 111 de engranaje cicloidal cuyo eje de entrada está conectado con el eje de salida 108 del motor paso a paso 102, y el eje de salida del reductor 111 está situado sobre un eje que coincide con el eje de coordenadas B y que es paralelo al plano de coordenadas YOZ de la amoladora 1.

Así pues, el sistema de mecanizado resistente 2 de la amoladora 1 comprende las conexiones 112 (fig. 10), 113 para la reproducción de los regímenes tecnológicos de volumen de corte a partir del funcionamiento de los mecanismos correspondientes 89, 90. Como resultado de la acción de los mecanismos mencionados, se producen fuerzas de corte dirigidas hacia el centro 86 de la curvatura de la superficie efectiva del instrumento de corte correspondiente.

El medio 16 de control numérico por ordenador posee salidas 114 (fig. 6), 115 que están unidas a través de la interfaz de conexión 46 con el microinterpolador lineal multicanal 47, el cual está conectado eléctricamente con los mecanismos 89 y 90.

El registrador digital multicanal de señales 44 (fig. 10) comprende dispositivos operativos de memoria en un número igual al número de sensores eléctricos de desplazamiento lineal de los ejes de coordenadas X, Y, Z, un generador de impulsos, un contador de impulsos y un bloque de control. La salida del bloque de control, las salidas del contador de impulsos y la salida de cada uno de los dispositivos operativos de memoria son salidas del registrador digital multicanal de señales 44 que están conectadas a través de la interfaz de conexión 45 al ordenador del medio 16 de control numérico por ordenador.

El dispositivo 10 para la fijación de las piezas para mecanizar 11, 11_1 comprende una mesa adicional 116 (figs. 7, 8) situada sobre la mesa 9 realizada de tal manera que puede girar alrededor de los ejes de coordenadas A y B.

La mesa giratoria 116 lleva un plato frontal circular 117 con una superficie de base plana dispuesta sobre la normal del eje de giro A. Sobre la placa frontal 117 se distribuyen levas 118 configuradas de tal modo que pueden desplazarse a través de ranuras radiales sobre la superficie de base de tope de la placa frontal 117. Adicionalmente, sobre la placa frontal 117, cuyo centro está situado sobre el eje de coordenadas A, se distribuye un elemento cónico 119 dispuesto sobre la placa frontal 117 de tal manera que puede desplazarse a lo largo del eje A por la acción de un muelle 120 y girar alrededor del eje A sobre el cojinete 121.

La parte mecánica del mecanismo 89 está compuesta de dos partes, estando la primera de las cuales dispuesta sobre un eje coaxial al eje A y situada en el orificio central de la primera parte 122 (que cumple la función de mecanismo sumador) de la mesa giratoria 116. La segunda parte mecánica del mecanismo 89 incluye el mencionado reductor 110 con el motor paso a paso 101 y está dispuesta sobre el tope de la mencionada primera parte de la unidad 122 de la mesa giratoria. Los ejes de giro de los ejes de salida 106 y 107 de los motores paso a paso 100 y 101 correspondientes son paralelos entre sí.

La segunda parte integral 123 de la unidad de mesa giratoria 116 está dispuesta en el mencionado dispositivo 10 sobre los cojinetes de empuje radial 124 de tal modo que puede girar alrededor del eje de coordenadas B.

En el orificio de la segunda parte 123 de la unidad de mesa giratoria 116 sobre los cojinetes de empuje radial 125, realizada de tal forma que puede girar alrededor del eje A, se sitúa un casquillo cónico intercambiable 126, el cual presenta un orificio cónico circular interior para colocar en él las piezas para mecanizar 11, 11_1.

La primera parte 122 y la segunda parte 123, en función de la magnitud de las dimensiones lineales de la pieza para mecanizar 11, 11_1 a lo largo del eje A, pueden adoptar distintas posiciones fijas la una respecto a la otra para regular la distancia de fijación entre la superficie de base plana de la placa frontal 117 y la posición del eje B.

La parte mecánica del mecanismo 90 para el giro de la pieza para mecanizar 11, 11_1 alrededor del eje B está dispuesta sobre la unidad de dispositivo 10 y comprende el mencionado reductor 111 con el motor paso a paso 102, situados coaxialmente al eje B.

El eje 78 del motor 77 hace girar el dispositivo 4 junto con el primer instrumento de corte 5 fijado y lleva consigo el sensor de desplazamiento angular 127.

Cada mecanismo 12 (fig. 11), 13 comprende un mecanismo sumador 22, 23, que posee dos ejes de entrada paralelos entre sí 128, 129, 130, 131, respectivamente conectados con los ejes de salida 26, 27 y 28, 29 de dos motores paso a paso 30, 31 y 32, y un eje de salida 132, 133, unido firmemente con el tornillo guía 134, 135 del mecanismo de oscilación de tornillo-tuerca.

Cada eje de entrada 128, 129, 130, 131 del mecanismo sumador 22, 23 es, respectivamente, el eje de entrada de los reductores planetarios de husillos sin histéresis primero 136, 138 y segundo 137, 139. Cada reductor 136, 138, 137, 139 presenta una unión cicloidal excéntrica con dos engranajes planetarios paralelos al mismo tiempo. La transmisión del giro en el reductor 136, 137, 138, 139 pasa del eje de entrada 128, 129, 130, 131 al eje de salida 132, 133, 140, 141 situado co-axialmente a aquél. A su vez, cada reductor 136, 137, 138, 139 comprende un satélite 142, 143, 144, 145 con dos husillos dentados y dos planetas 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153. La transmisión del giro se produce como resultado del movimiento planetario de los satélites 142, 143 y 144, 145 con el engranaje cicloidal simultáneo de todos los elementos dentados del primer husillo dentado del satélite 142, 143, 144, 145 con todos los elementos dentados del primer planeta 146, 147 y 148, 149, así como con el engranaje cicloidal simultáneo de todos los elementos dentados del segundo husillo dentado de dicho satélite 142, 143 y 144, 145 con todos los elementos dentados del segundo planeta 150, 151 y 152, 153.

Este planeta está realizado como un todo junto con el eslabón de salida 132, 133 y 140, 141 de cada reductor 136, 137, 138 y 139.

El segundo planeta 152, 153 del segundo reductor 137, 139 está unido cinéticamente por medio de transmisión de correa dentada 154, 155 con el primer planeta 146, 147 del segundo reductor 136, 138.

En el primer reductor 136, 138, el número de elementos dentados del primer engranaje planetario del satélite 142, 143 es mayor en una unidad al número de elementos dentados del segundo engranaje planetario, y en el segundo reductor 137, 139 el número de elementos dentados del primer engranaje planetario del satélite 144, 145 es menor en una unidad al número de elementos dentados del segundo engranaje planetario, con lo cual el número total de los elementos dentados del primer y el segundo engranaje planetario de los satélites 142, 143 del primer reductor 136, 138 es igual al número total de los elementos dentados de los satélites 144, 145 del primer y el segundo engranaje planetario del segundo reductor 137, 139, 136, 138.

La utilización en la parte mecánica de los mecanismos 12, 13, 89 y 90 de los mencionados reductores biplanetarios de husillos sin histéresis de engranaje cicloidal permite obtener de forma rentable (sin la aplicación de sensores de retorno con una capacidad de resolución ultraelevada), y sin disminuir la excelente velocidad máxima de desplazamiento alcanzada, un control estable de los desplazamientos de contorno dirigidos por coordenadas en el caso de un espectro

de magnitudes discretas de desplazamiento (con una precisión mínima de hasta 2 μm) ampliado en varias decenas de unidades por cada unidad de impulso de control.

El reductor doble 62 del mecanismo 14 está realizado estructuralmente de forma análoga al reductor 111 del mecanismo 90. En consecuencia, el reductor doble 62 comprende un primer y un segundo reductor fijados firmemente a la placa base 3 de la amoladora 1. Cada reductor primero y segundo presenta un reductor planetario de husillos sin histéresis engranado simultáneamente de forma cicloidal excéntrica con dos sistemas planetarios y está destinado a transmitir el giro desde el eje de salida 63 del motor paso a paso 64 al eje de salida 156 (fig. 4), coaxial a éste último, del reductor 62, conectado firmemente con el tornillo guía 157 del par de tornillo de bolas, cuya tuerca de bolas 158 está conectada firmemente con el soporte 8.

El dispositivo propuesto funciona de la siguiente manera

Observemos el funcionamiento del aparato propuesto, por ejemplo, para el mecanizado del par de elementos engranados perteneciente a un cojinete de empuje radial, descrito anteriormente en el estado de la técnica y en la patente RF 2247876.

Como pieza para mecanizar se emplea un producto semielaborado, al que se le ha dado forma preliminarmente, por ejemplo, mediante molde de fundición, y el cual posee una forma similar a la de la pieza acabada, pero con unas dimensiones superiores a la de ésta debido a la magnitud del margen de acabado, el cual debe eliminarse durante el proceso de mecanizado con el aparato propuesto.

1. Se coloca la pieza para mecanizar en los centros utilizando como una de las dos superficies de contacto de base (situadas la una opuesta a la otra) la superficie cónica exterior de la pieza para mecanizar.

2. Se fija la pieza para mecanizar en los centros a lo largo del eje longitudinal de tal modo que la parte superior de la superficie de base de la superficie cónica externa de la pieza para mecanizar coincida con el punto de intersección de los ejes de coordenadas A y B.

3. Se fija la posición angular de la pieza para mecanizar en el eje de coordenadas A. Para ello, se utiliza como fijador, montado en la cavidad que se forma entre dos dientes contiguos de la pieza para mecanizar, la superficie de contorno de la sonda de medición correspondiente.

4. Se establece la magnitud máxima del margen de acabado que debe eliminarse de la pieza para mecanizar para obtener tras el mecanizado una superficie de contorno con una forma geométrica y unos parámetros dimensionales que se correspondan con el valor dado.

Para ello, se utiliza como fijador, montado en cada caso en la cavidad que se forma entre dos pares de dientes contiguos de la pieza para mecanizar, la superficie de contorno de la sonda de medición correspondiente. Al existir una diferencia real con respecto a la distancia nominal dada entre el punto de intersección de los ejes de coordenadas A y B y el punto central de curvatura de la superficie de contorno correspondiente a la sonda de medición, se determina la magnitud real del margen de acabado de cada cavidad situada entre cada par de dientes contiguos de la pieza para mecanizar.

5. Se proporciona la rectificación de la superficie efectiva de cada rueda amoladora con la obtención del radio de curvatura de su superficie de contorno, numéricamente idéntica al radio de curvatura de la superficie de contorno de la sonda de medición correspondiente descontando la magnitud máxima de margen de acabado, el cual debe eliminarse de cada pieza para mecanizar.

6. Para cada par engranado de la pieza para mecanizar se determinan las coordenadas de posición inicial (de partida) del punto de intersección de los ejes de coordenadas A y B con respecto al punto central de curvatura de la superficie efectiva correspondiente, cuyo radio de curvatura es inferior al valor nominal del radio de curvatura en lo que respecta a la magnitud del margen de acabado.

7. Para cada par engranado de superficies de la pieza para mecanizar de conformidad con la magnitud dada de las microrrugosidades Rz de la superficie para mecanizar, se establece el mismo número de pasadas de las piezas de trabajo para obtener una pieza acabada con la forma y las dimensiones preestablecidas.

8. Para cada pasada basada en variaciones analíticas, se calcula un programa para controlar los desplazamientos lineales y circulares interconectados de las piezas de trabajo de la amoladora durante el mecanizado correspondiente, formando cada pasada una vía cónica helicoidal y creando la totalidad de dichas vías la forma de la superficie dada con las dimensiones preestablecidas.

9. Se sitúa en la posición inicial (de partida) la superficie efectiva de la rueda amoladora correspondiente de tal manera que al menos una de las trayectorias circulares planas del movimiento de las puntas de los granos abrasivos de dicha superficie efectiva quede sobre el plano XOY del sistema de coordenadas de la amoladora. Para ello, en cada pasada se coloca la pieza para mecanizar en la posición inicial (de partida) correspondiente.

10. Se establece el modelo geométrico virtual correspondiente al par engranado de las piezas acabadas, cuyas superficies cónicas y convexas engranadas poseen una forma y unas dimensiones preestablecidas matemáticamente.

Para ello se establecen las coordenadas de los puntos de engranaje simultáneo del par de superficies cóncava y convexa y los radios de curvatura de las superficies esféricas en las que se sitúan las líneas de contacto mutuo de las superficies engranadas.

11. Se proporciona un modelo virtual real de las piezas acabadas, distribuidas sobre las superficies correspondientes del modelo geométrico virtual a modo de número determinado de pares individuales engranados mutuamente de vías de igualación de superficie cóncava real o superficie convexa real.

12. Para mecanizar cada vía individual de la pieza para mecanizar 11, 11_1, se colocan en la posición de partida las piezas de trabajo de la amoladora 1 mediante el desplazamiento del dispositivo 10 junto con la pieza para mecanizar 11, 11_1 con respecto al dispositivo 4, 4_1 que comprende el instrumento de corte 5, 5_1.

Para ello, antes de mecanizar cada vía determinada, se proporciona un desplazamiento de ajuste de la pieza para mecanizar 11, 11_1 en el eje de coordenadas X por la acción de los motores paso a paso 30 y 31 del mecanismo 12, un desplazamiento en el eje de coordenadas Y por la acción de los motores paso a paso 32 y 33 del mecanismo 13, un desplazamiento en el eje de coordenadas X1 por la acción del motor paso a paso 64 del mecanismo 14, un desplazamiento en el eje A por la acción de los motores paso a paso 100 y 101 del mecanismo 89 y un desplazamiento en el eje B por la acción del motor paso a paso 102 del dispositivo 90.

Asimismo, se suministra una circunstancia en la que el punto de contacto de la superficie efectiva de la rueda amoladora correspondiente siempre se encuentra en línea recta con respecto a la superficie mecanizada, una línea que une el centro de curvatura de la rueda amoladora correspondiente con el centro de curvatura de dicha superficie en el modelo geométrico virtual.

13. Se proporciona un control de los motores paso a paso 30 y 31 del mecanismo 12 y de los motores paso a paso 100 y 101 del mecanismo 89 para desplazar la pieza para mecanizar 11, 11_1 con respecto a la superficie efectiva de la rueda amoladora 5, 5_1 durante el proceso de mecanizado de cada vía individual de igualación efectuada sobre la superficie real de la pieza para mecanizar 11, 11_1. El corte para la eliminación del margen de acabado de la pieza para mecanizar 11, 11_1 se proporciona mediante desplazamiento de ajuste a través del eje A de la primera parte 122 de la mesa giratoria 166 situada en el dispositivo 10 para la fijación de la pieza para mecanizar 11, 11_1, con respecto a su segunda parte 123.

14. Se controla cada superficie mecanizada del par de elementos engranados en los puntos de posición de la línea de contacto mutuo de las superficies engranadas y se determina la precisión de la aproximación de cada superficie mecanizada con respecto a su superficie geométrica virtual correspondiente, la cual proporciona la posibilidad de realizar un engranaje cónico de hélice esférica en varios puntos, coincidentes en un punto común de intersección de todos los ejes de desplazamiento de todos los pares de superficies unidos entre sí.

La precisión de aproximación de cada superficie mecanizada con respecto a la superficie geométrica virtual correspondiente se determina a través de mediciones, efectuadas por medio de la sonda de medición 39, 40 correspondiente, del radio de curvatura real en cada punto individual, situado en la línea de contacto mutuo, y comparándolo con el radio de curvatura dado.

15. Se compara la precisión de la aproximación obtenida por medio del mecanizado y la magnitud admisible de precisión de dicha aproximación.

En caso de que la precisión de aproximación obtenida fuera menor que la magnitud admisible, se realiza un mecanizado adicional del par de superficies cóncava y convexa engranadas entre sí para eliminar el margen de acabado adicional correspondiente. Dicho proceso de mecanizado adicional se repite hasta que la precisión de aproximación obtenida sea igual o superior a la magnitud admisible.

Efectividad del invento

El invento propuesto permite mecanizar con una elevada precisión superficies cónicas-convexas de hélice esférica y cónicas-cóncavas dentadas de un par de elementos acoplados pertenecientes a un engranaje cónico de dentado helicoidal en el que los ejes de giro de los elementos coincidan en un punto, así como proporcionar un control de la forma geométrica y los parámetros dimensionales de las superficies trabajadas, utilizando para ello una amoladora en calidad de máquina de medición por coordenadas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra en proyección isométrica el aparato propuesto realizado de acuerdo con el modelo de utilidad;

La figura 2 muestra en sección transversal el primer instrumento de corte realizado según el presente modelo de utilidad;

La figura 3 muestra en sección transversal el segundo instrumento de corte fijado al dispositivo para su fijación, realizado según el presente modelo de utilidad;

La figura 4 muestra en sección transversal por el plano XOZ la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 5 muestra en sección transversal por el plano YOZ la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 6 muestra un esquema cinemático de la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 7 muestra en sección transversal por el plano de intersección de los ejes A y B una parte del aparato propuesto con el dispositivo para la fijación de las piezas para mecanizado realizada según el modelo de utilidad propuesto;

La figura 8 muestra en sección transversal por el plano XOZ un fragmento de la amoladora realizada según el presente modelo de utilidad;

La figura 9 muestra en sección transversal el segundo instrumento de corte junto con el octavo mecanismo realizado según el presente modelo de utilidad;

La figura 10 muestra un esquema de bloques del control de la amoladora realizada según el modelo de utilidad propuesto;

La figura 11 muestra en sección transversal una parte de los mecanismos primero y segundo realizados según el presente modelo de utilidad.

Lista de números de referencia

1 - amoladora

2 - sistema de mecanizado resistente

3 - placa base de la amoladora 1

4, 4_1 - dispositivo para la fijación de los instrumentos de corte primero y segundo

5, 5_1 - instrumentos de corte primero y segundo

6, 6_1 - superficie efectiva

7, 7_1 - granos abrasivos

8 - soporte de la amoladora 1

9 - mesa de la amoladora 1

10 - dispositivo para la fijación de piezas para mecanizar

11, 11_1 - piezas para mecanizar

12 - mecanismo de desplazamiento longitudinal de la mesa 9 por el eje OX

13 - mecanismo de desplazamiento longitudinal del soporte 8 por el eje OY

14 - mecanismo de desplazamiento longitudinal del soporte 8 por el eje OX1

15 - mecanismo de giro del dispositivo 4 para la fijación del instrumento de corte 5 alrededor del eje C1

15_1 - mecanismo de giro del dispositivo 4_1 junto con el instrumento de corte 5_1 alrededor del eje C2

15_2 - mecanismo de giro del instrumento de corte 5_1 alrededor del eje D

16 - medio de control numérico por ordenador (CNC)

17, 18, 19, 20, 17_1, 17_2 - salidas del sistema CNC 16 hacia los mecanismos 12, 13, 14, 15, 15_1, 15_2

21, 21_1 - base de los granos abrasivos

22 - mecanismo sumador del mecanismo 12

23 - mecanismo sumador del mecanismo 13

24_1, 25_1, 24_2, 25_2 - reductores biplanetarios de husillos situados en los mecanismos sumadores 22, 23

26, 27, 28, 29 - eslabones de entrada situados en los mecanismos sumadores 22, 23

30, 31, 32, 33 - motores paso a paso situados en los mecanismos sumadores 22, 23

34 - medio multicanal de control operativo

35, 36, 37 - sensor eléctrico

38 - dispositivo para la fijación de los sensores eléctricos 35, 36, 37

39 - primera sonda de medición intercambiable

40 - segunda sonda de medición intercambiable

41 - amplificador de normalización de la corriente

42 - convertidor analógico-digital

43 - salida del convertidor analógico-digital

44 - registrador de señales multicanal

45 - interfaz de conexión hacia el ordenador CNC 16

46 - interfaz de conexión hacia el microinterpolador 47

47 - microinterpolador

48-57 - salidas del microinterpolador 47

58 - convertidor digital-analógico

59 - entrada del convertidor digital-analógico 58

60 - salida del convertidor digital-analógico 58

61 - guías de la placa base 3

62 - reductor doble biplanetario de husillos del mecanismo 14

63 - eslabón de entrada del reductor 62

64 - motor paso a paso del mecanismo 14

65, 66, 67, 68, 69 - bloques de control de los motores paso a paso de los mecanismos 12, 13, 14

75 - regulador de frecuencia de de corriente alterna

76 - salida del regulador 75 de frecuencia de corriente alterna

77 - motor de los mecanismos 15, 15_1, 15_2

78 - eje del motor 77

79, 80, 81 - mecanismo de oscilación por tornillo-tuerca

82, 83, 84, 85 - conexiones

86 - centros de curvatura de las superficies efectivas 6, 6_1

87 - plano horizontal

88 - circunferencia en la que se encuentran los granos abrasivos 7_1 del segundo instrumento de corte 5_1

89 - mecanismo de giro de las piezas para mecanizar 11, 11_1 alrededor del eje A

90 - mecanismo de giro de las piezas para mecanizar 11, 11_1 alrededor del eje B

91-96 - salidas del microinterpolador 47

97, 98, 99 - bloques de control de los motores paso a paso de los mecanismos 12, 13, 14, 89, 90

100, 101, 102 - motores paso a paso de los mecanismos 89,90

103, 104, 105 - canales de entrada de los motores paso a paso

100, 101, 102 desde los bloques de control 97, 98, 99

106, 107, 108 - ejes de salida de los motores paso a paso 100, 101, 102

109 - reductor doble biplanetario de husillos del mecanismo 89

110 - reductor biplanetario de husillos del mecanismo 89

111 - reductor del mecanismo 90

112, 113 - conexiones

114, 115 - salidas del sistema CNC 16 hacia los mecanismos 89, 90

116 - mesa giratoria adicional

117 - placa frontal circular de la mesa 116.

118 - levas de la placa frontal 117

119 - elemento cónico de la placa frontal 117

120 - muelle del elemento cónico 119

121 - cojinete de empuje radial de la mesa giratoria 116

122 - primera parte de la mesa giratoria 116, que realiza la unción de mecanismo sumador

123 - segunda parte de la mesa giratoria 116

124, 125 - cojinete de empuje radial de la mesa giratoria 116

126 - casquillo cónico intercambiable de la mesa giratoria 116

127 - sensor de desplazamiento angular situado en los mecanismos 15, 15_1, 15_2

128-131 - ejes de entrada de los mecanismos sumadores 22, 23

132, 133 - ejes de salida de los reductores 136, 137

134, 135 - tornillo guía del mecanismo de oscilación por tornillo-tuerca 79, 80

136 - primer reductor planetario de husillos sin histéresis del mecanismo sumador 22

137 - segundo reductor planetario de husillos sin histéresis del mecanismo sumador 22

138 - primer reductor planetario de husillos sin histéresis del mecanismo sumador 23

139 - segundo reductor planetario de husillos sin histéresis del mecanismo sumador 23

140, 141 - ejes de salida de los reductores 138, 139

142-145 - satélites de los reductores de 136 a 139

146-153 - planetas de los reductores de 136 a 139

154, 155 - transmisión de correas dentadas de los mecanismos sumadores 22, 23

156 - eje de salida del reductor 62

157 - tornillo guía del mecanismo de oscilación por tornillo-tuerca 81

158 - tuerca de bolas del mecanismo de oscilación por tornillo-tuerca 81

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la microabrasión dimensional de piezas de alta precisión con formas complicadas, las cuales poseen superficies cónicas-convexas con hélice esférica y superficies cónicas-cóncavas con dientes pertenecientes a un par de elementos engranados, cuyos ejes de giro se encuentran en un punto, comprendiendo el aparato una amoladora (1) orientable dentro del sistema de coordenadas X, Y, Z con punto de origen de lectura O, situado en el plano X, O, Y, la cual incluye un medio (16) de control computacional para las piezas de trabajo de la amoladora (1), y las siguientes piezas de trabajo de la amoladora (1) fijadas sobre la placa base (3): un dispositivo (4) para la fijación del primer instrumento de corte (5), realizado para que pueda girar alrededor del eje C1, sobre la normal que corta el plano horizontal XOY, y el cual posee una superficie efectiva (6) con los granos abrasivos (7) correspondientes, los cuales sobresalen de la base (21) a una altura idéntica; un soporte (8) dispuesto bajo dicho dispositivo (4) en el cual se sitúa una mesa (9) con un dispositivo (10) para fijar las piezas para mecanizar (11, 111), un primer mecanismo (12) para desplazar longitudinalmente la mesa (9) en relación con el soporte (8) desde el punto de origen de lectura O del eje de coordenadas X de la amoladora, un segundo mecanismo (13) para desplazar longitudinalmente el soporte (8) junto con la mesa (9) en relación con el punto de origen de lectura O del eje de coordenadas Y de la amoladora, un tercer mecanismo (14) para desplazar el soporte (8) junto con la mesa (9) desde el punto de origen de lectura O del eje de coordenadas X1 de la amoladora (1), siendo el mencionado desplazamiento el resultado del desplazamiento del soporte (8) junto con la mesa (9) desde el punto de origen de lectura O de los ejes de coordenadas X y Z de la amoladora (1), un cuarto mecanismo (15) de rotación del primer instrumento de corte (5) alrededor del eje C1, sobre la normal que corta el plano horizontal XOY, un quinto mecanismo (89) de rotación de la pieza de mecanizado (11, 111) alrededor del eje de coordenadas A, paralelo al plano XOZ de la amoladora (1), un sexto mecanismo (90) de rotación de la pieza de mecanizado (11, 111) alrededor del eje de coordenadas B, paralelo al eje de coordenadas Y de la amoladora (1) y sobre la normal que corta el eje de coordenadas A, un medio (16) de control computacional cuyas salidas (de 48 a 57) están unidas eléctricamente con las entradas correspondientes de las piezas de trabajo de la amoladora, el aparato **caracterizado** por el hecho de que el primer instrumento de corte (5) está realizado de modo que pueda mecanizar superficies dentadas cóncavas, y por el hecho de que presenta una primera rueda amoladora en la que las puntas de los granos abrasivos (7) de la superficie efectiva (6) están distribuidas a lo largo del círculo que está situado en el plano XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el citado punto de origen de lectura O de las piezas de trabajo de la amoladora (1) y que es atravesado por el eje C1 de rotación del primer instrumento de corte (5), comprendiendo asimismo la amoladora (1) como piezas de trabajo fijadas a la placa base (3): un dispositivo (41) para la fijación de un segundo instrumento de corte (51) realizado para que pueda girar alrededor de un eje C2 en la normal que corta el plano XOY y que atraviesa el citado punto de origen de lectura O, y para que pueda girar alrededor de un eje D en la normal que corta el eje C2 por el citado punto de inicio de lectura O, estando el segundo instrumento de corte (51) realizado para que pueda mecanizar superficies convexas y presentando una segunda rueda amoladora que posee una superficie efectiva (61) con sus correspondientes granos abrasivos (71), los cuales sobresalen de la base (211) a una altura idéntica, distribuyéndose las puntas de los granos abrasivos (71) de la segunda rueda amoladora a lo largo del círculo que está situado en el plano en la normal que corta el plano horizontal. XOY y que posee un centro de curvatura que coincide con el citado punto de origen de lectura O, un séptimo mecanismo (151) de rotación del segundo instrumento de corte (51) alrededor del eje C2, un octavo mecanismo (152) de rotación del segundo instrumento de corte (51) alrededor del eje D y un medio multicanal (34) de control operativo de los parámetros dimensionales y geométricos de las superficies convexas y cóncavas dentadas, el cual comprende: una primera sonda de medición (39) realizada para que pueda entrar en contacto directo con la superficie convexa dentada mecanizada, que posee una forma geométrica y unas dimensiones que se corresponden con la forma geométrica y las dimensiones de la superficie efectiva (6) de la primera rueda amoladora, una segunda sonda de medición (40) realizada para que pueda entrar en contacto directo con la superficie cóncava dentada mecanizada, la cual posee una forma esférica cuyas dimensiones se corresponden con las dimensiones de la esfera que se forma con la rotación simultánea de la superficie efectiva (61) de la segunda rueda amoladora alrededor de los ejes C2 y D, unos sensores de desplazamiento lineal (35, 36, 37) de la primera y la segunda sonda (39, 40) correspondientes a los ejes X, Y y Z, respectivamente, poseyendo el medio (16) de control computacional salidas adicionales (de 91 a 96) conectadas eléctricamente con las correspondientes entradas de las piezas de trabajo adicionales de la amoladora (1).

2. Aparato según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que los mecanismos primero, segundo y quinto (12, 13, 89) poseen cada uno un mecanismo sumador (22, 23, 122) compuesto de un primer y un segundo reductor (241, 242, 251, 252), poseyendo cada uno de ellos un primer y un segundo engranaje planetario cicloidal excéntrico, un primer y un segundo motor (30, 31, 32, 33, 100, 101), estando unido el primer motor (30, 32, 100) a un eje de entrada (26, 28, 106) del primer reductor (241, 251, 109), y el segundo motor (31, 33, 101) a un eje de entrada del segundo reductor (242, 252, 110), el segundo engranaje planetario del segundo reductor (242, 252, 110) conectado cinéticamente con el primer engranaje planetario del primer reductor (241, 251, 109), el segundo engranaje planetario del primer reductor (241, 251, 109) posee un eje de salida que es también el eje de salida del mecanismo sumador (22, 23, 122) y que proporciona el movimiento de desplazamiento de la pieza de trabajo correspondiente de la amoladora (1).

3. Aparato según la reivindicación 2 **caracterizado** por el hecho de que en el primer reductor (136, 138) el número de elementos dentados del primer engranaje planetario del satélite (142, 143) es mayor en una unidad al número de elementos dentados del segundo engranaje planetario, y en el segundo reductor (137, 139) el número de elementos dentados del primer engranaje planetario del satélite (144, 145) es menor en una unidad al número de elementos dentados del segundo engranaje planetario, con lo cual el número total de los elementos dentados del primer y el

segundo engranaje planetario de los satélites (142, 143) del primer reductor (136, 138) es igual al número total de los elementos dentados de los satélites. (144, 145) del primer y el segundo engranaje planetario segundo reductor (137, 139-136, 138).

4. Aparato según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que las ruedas amoladoras primera y segunda y sondas primera y segunda (39, 40) están colocadas en un dispositivo para su fijación que está realizado en forma de "cabezal revólver" de tal forma que puede girar de manera indexada con respecto a la placa base (3) de la amoladora (1) alrededor del eje E, paralelo al eje de coordenadas Z, y que puede fijarse firmemente a la placa base (3).

5. Aparato según la reivindicación 1 **caracterizado** por el hecho de que cada sonda de medición (39, 40) está realizada de forma que pueda intercambiarse y está dimensionada en correspondencia con el dispositivo (38) que sirve para fijarla, el cual está montado en la placa base (3).

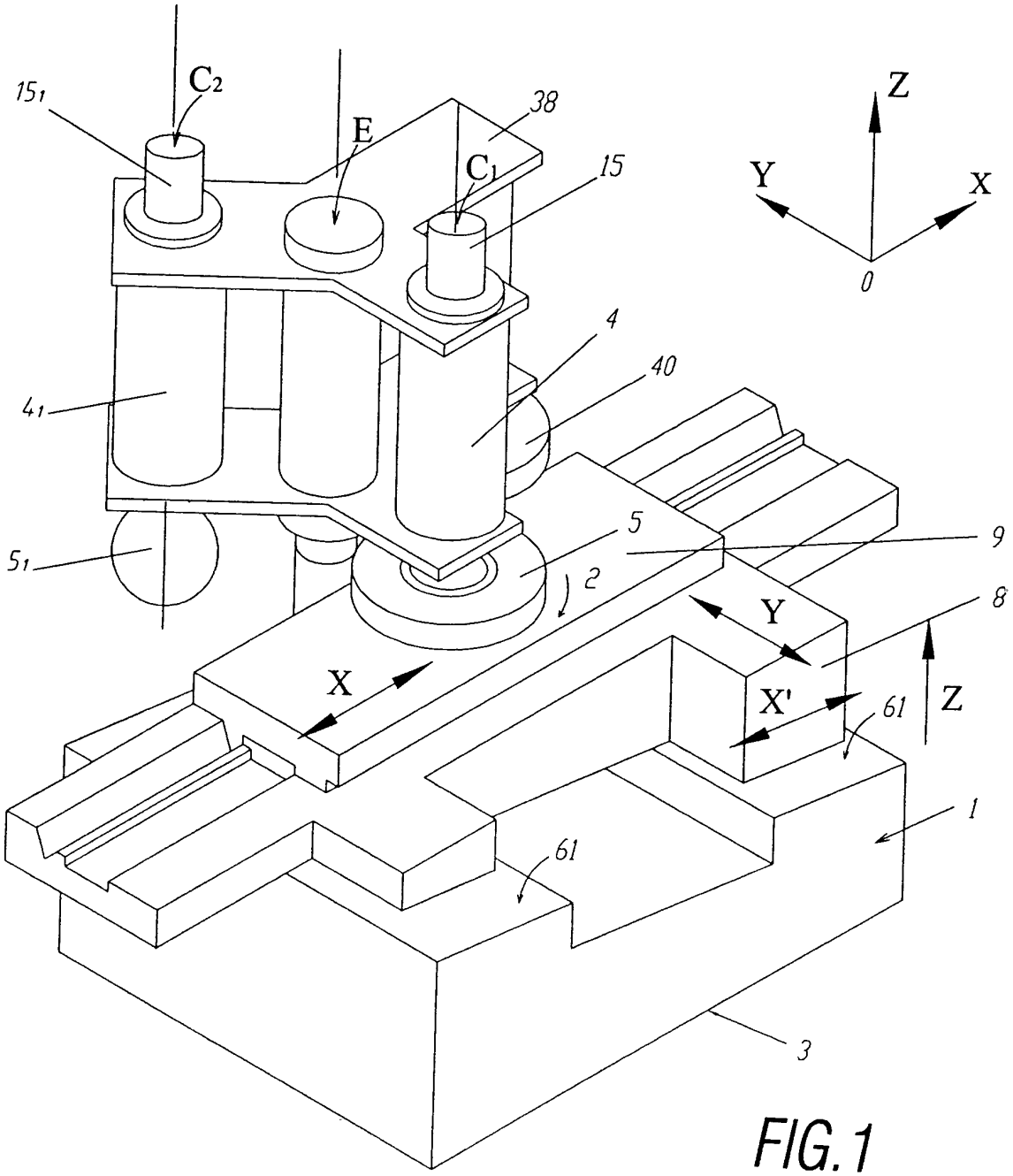


FIG. 1

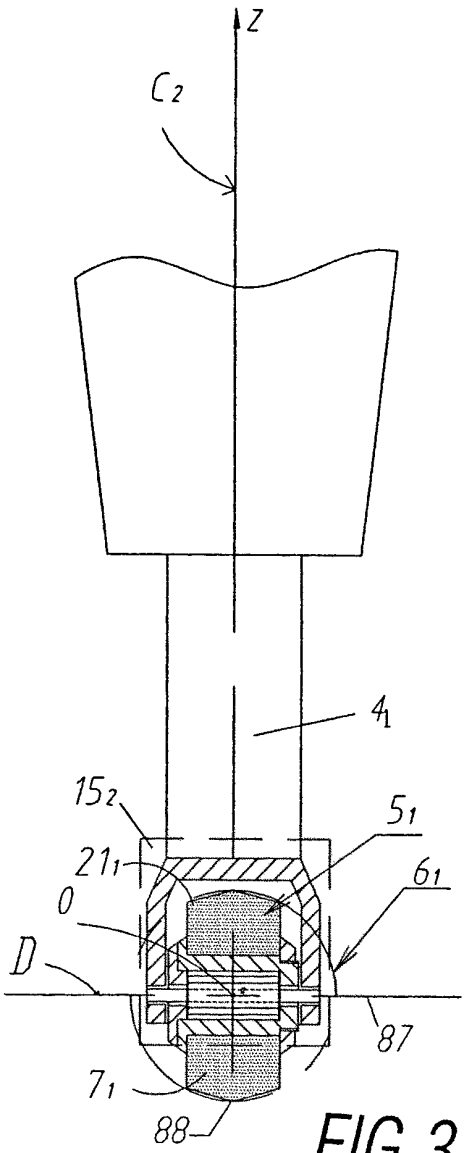


FIG.3

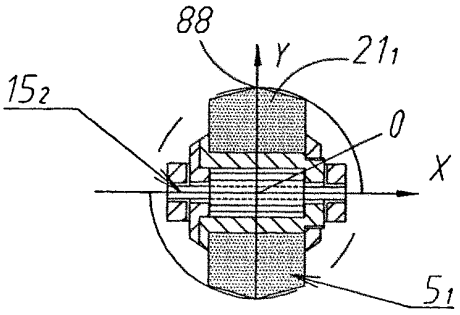


FIG.9

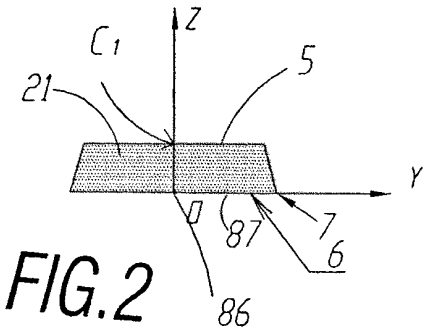
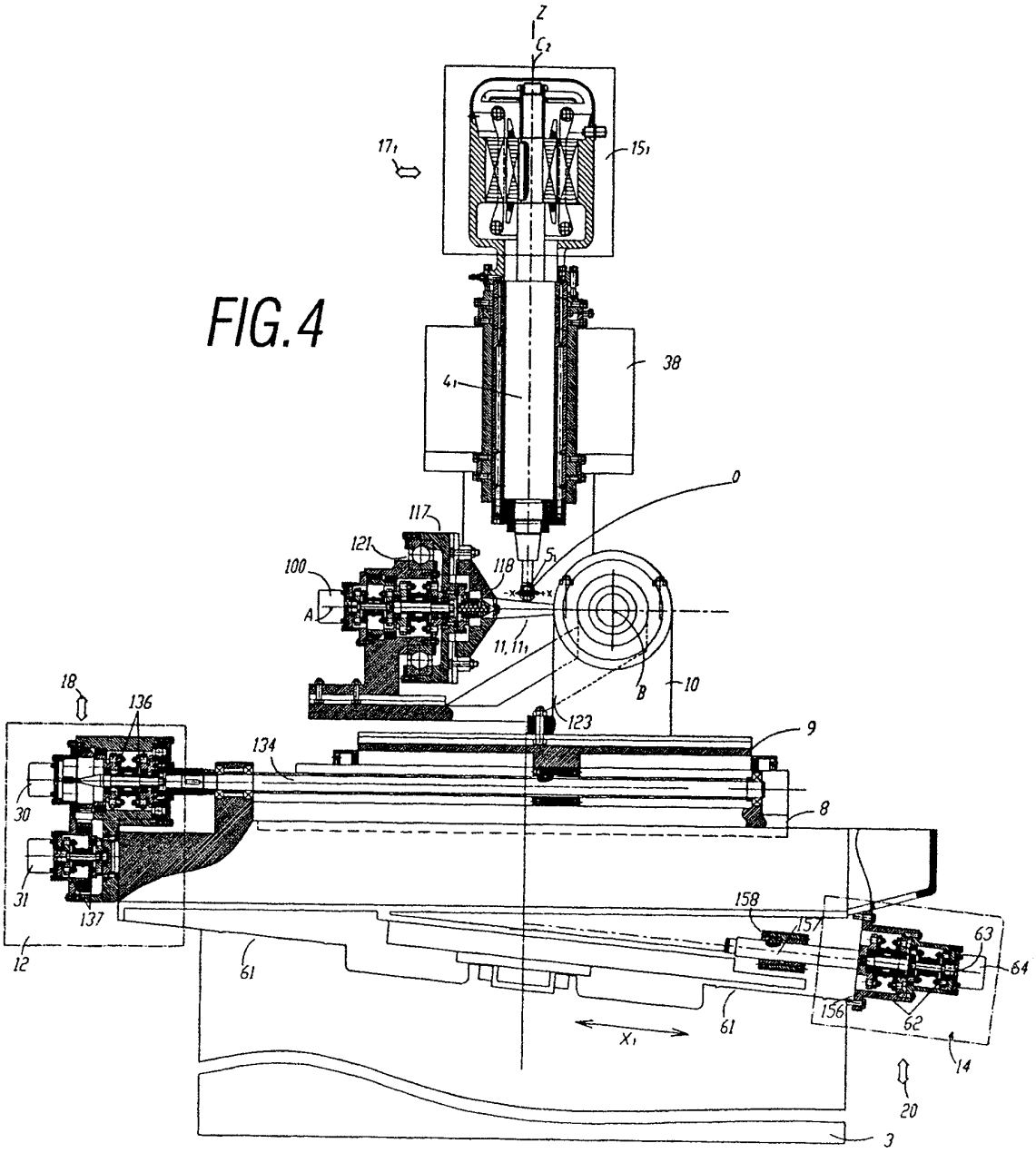


FIG.2

FIG.4


Z
C2
17₁
15₁
38
4₁
0
117
121
100
118
5₁
A
11, 11₁
B
10
18
136
123
9
134
8
30
31
137
158
157
63
64
12
61
61
156
62
14
X₁
20
3

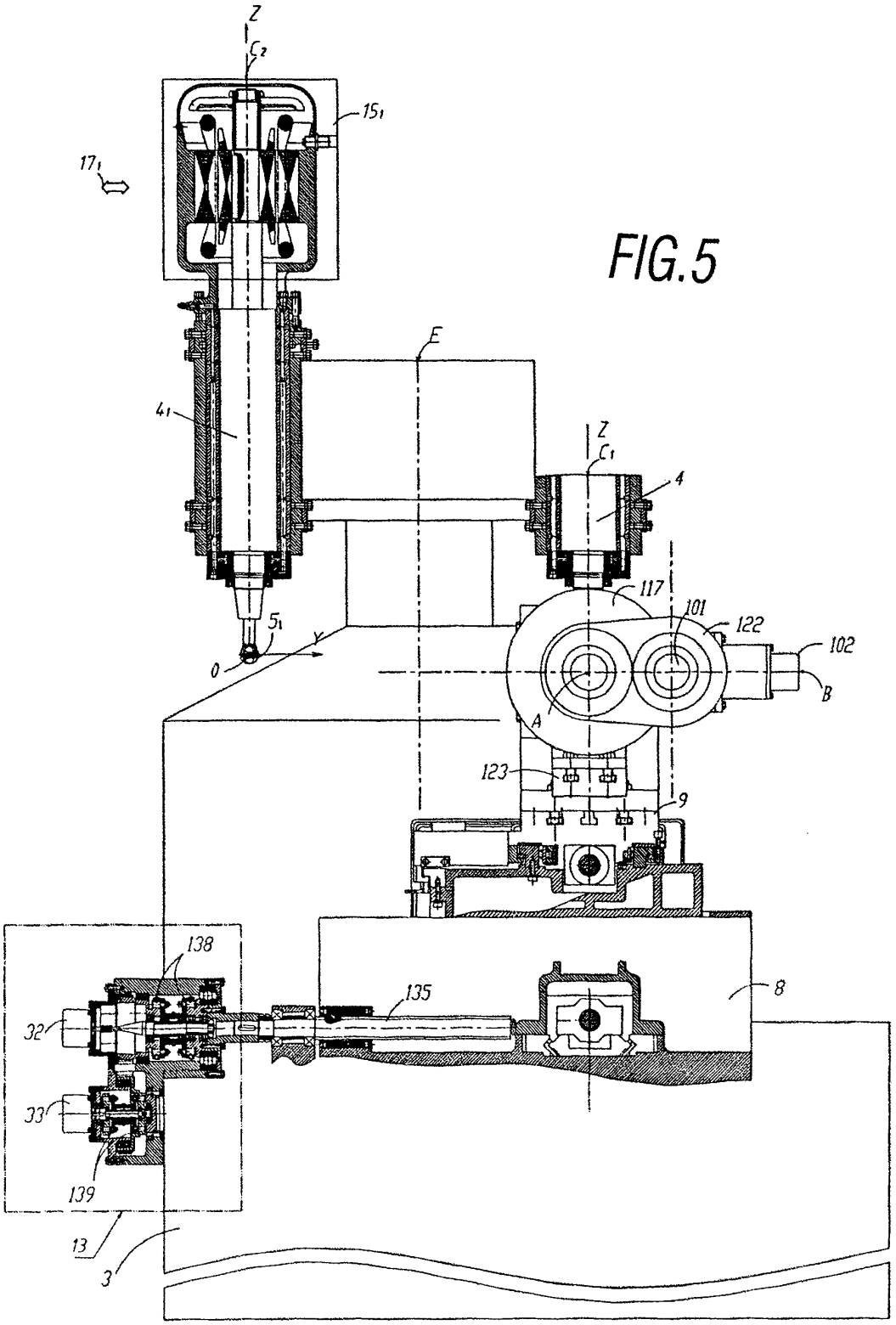

Z
C2
151
171
41
E
Z
C1
4
117
101
122
102
B
A
51
0
Y
123
9
8
138
135
32
33
139
13
3

FIG.5

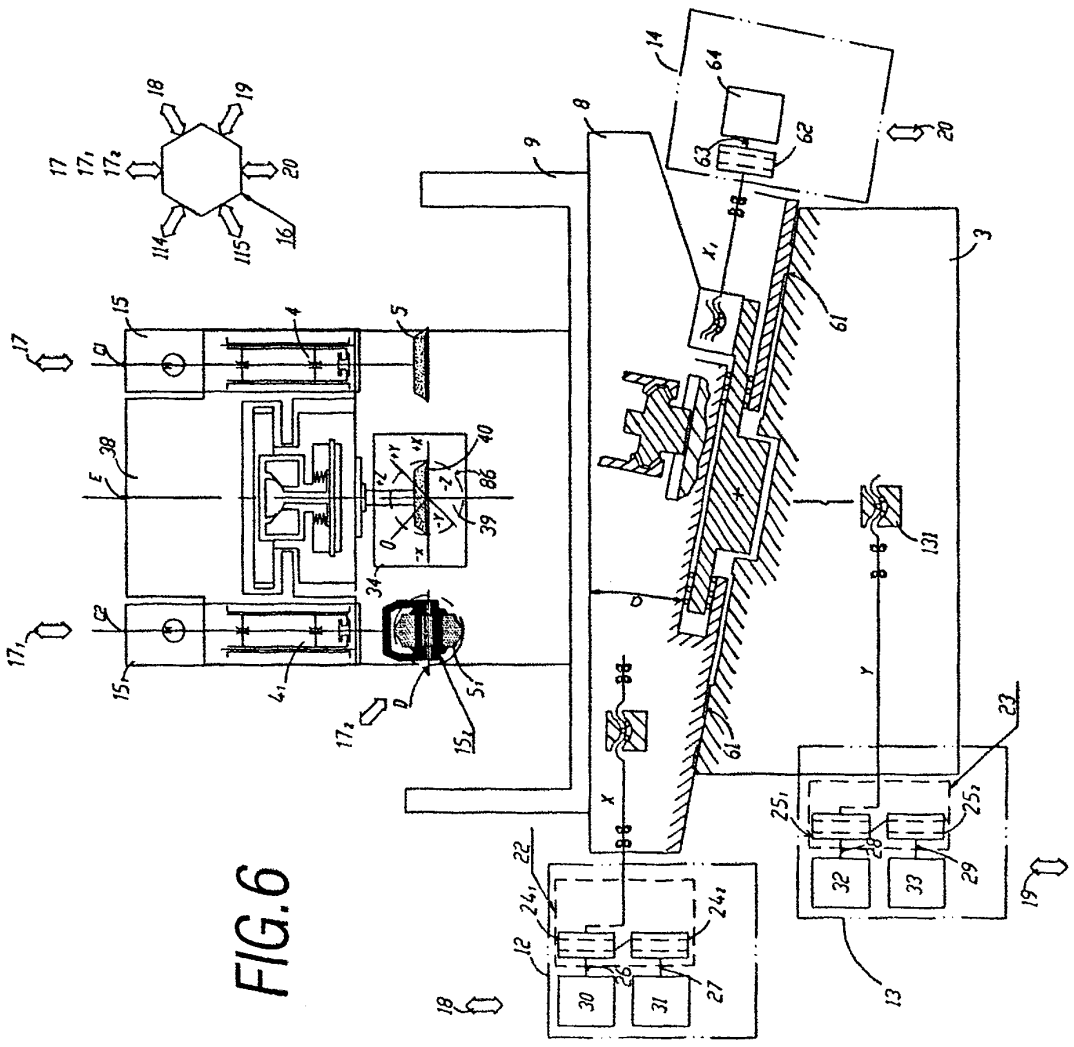


FIG.6

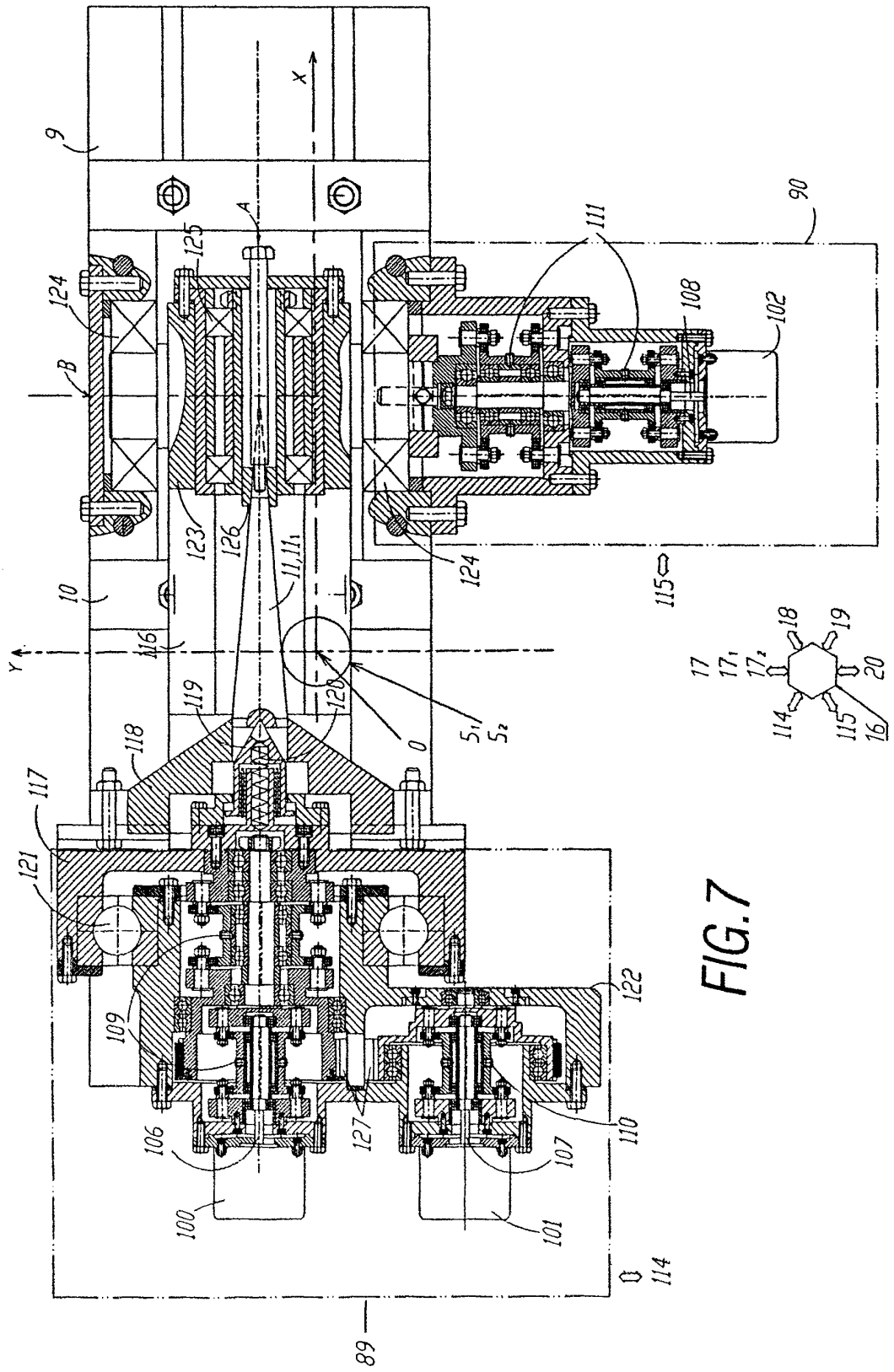

9
X
A
125
124
B
111
90
108
102
123
126
11,11₁
124
115
10
116
Y
120
0
5₁
5₂
119
118
117
121
109
122
106
127
110
107
100
101
114
89
17
17₁
17₂
18
19
20
114
115
16

FIG.7

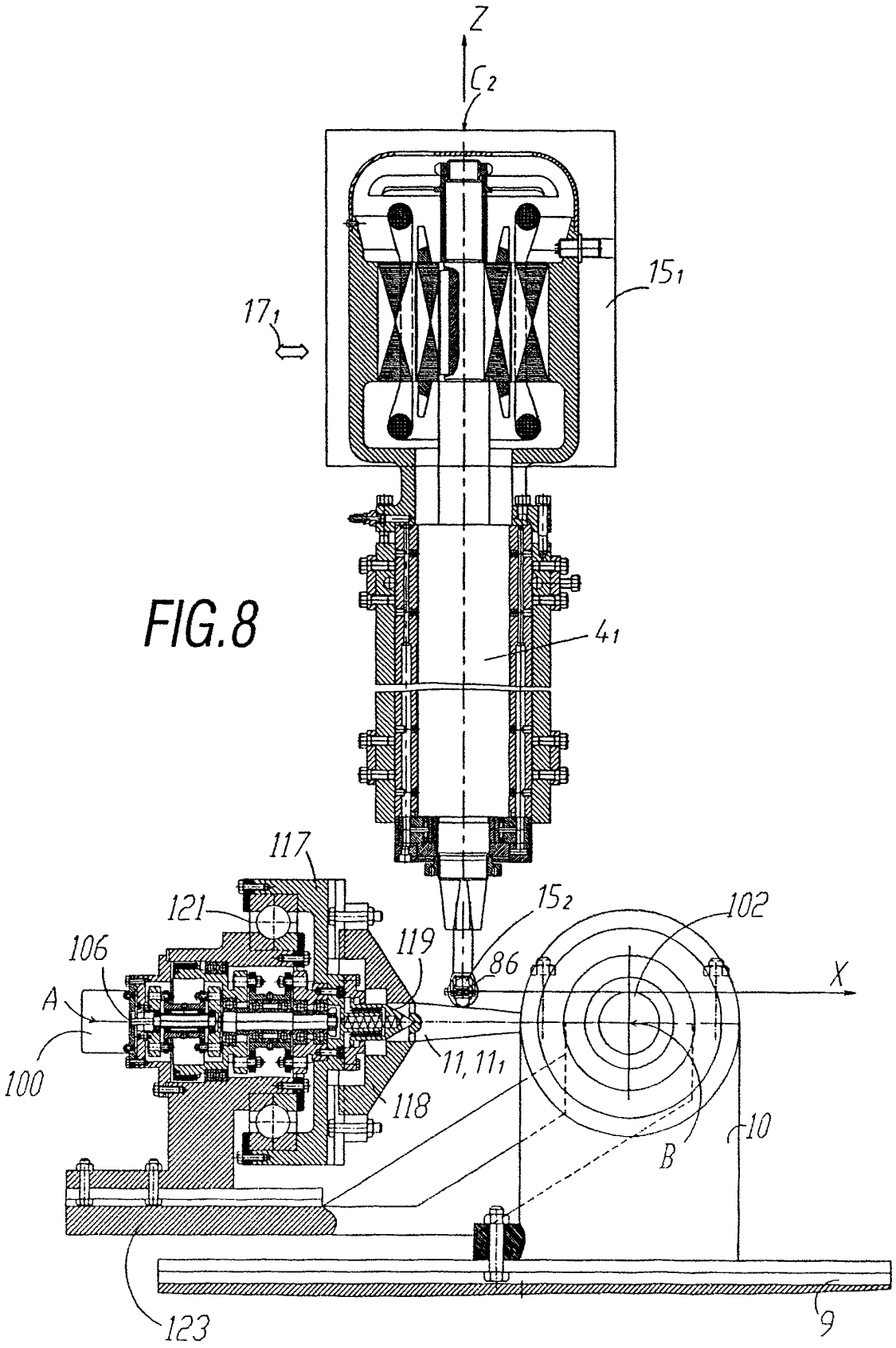

Z
C2
15 1
17 1
41
117
121
15 2
102
106
119
86
X
A
100
11, 11 1
118
10
B
123
9

FIG.8

FIG.10

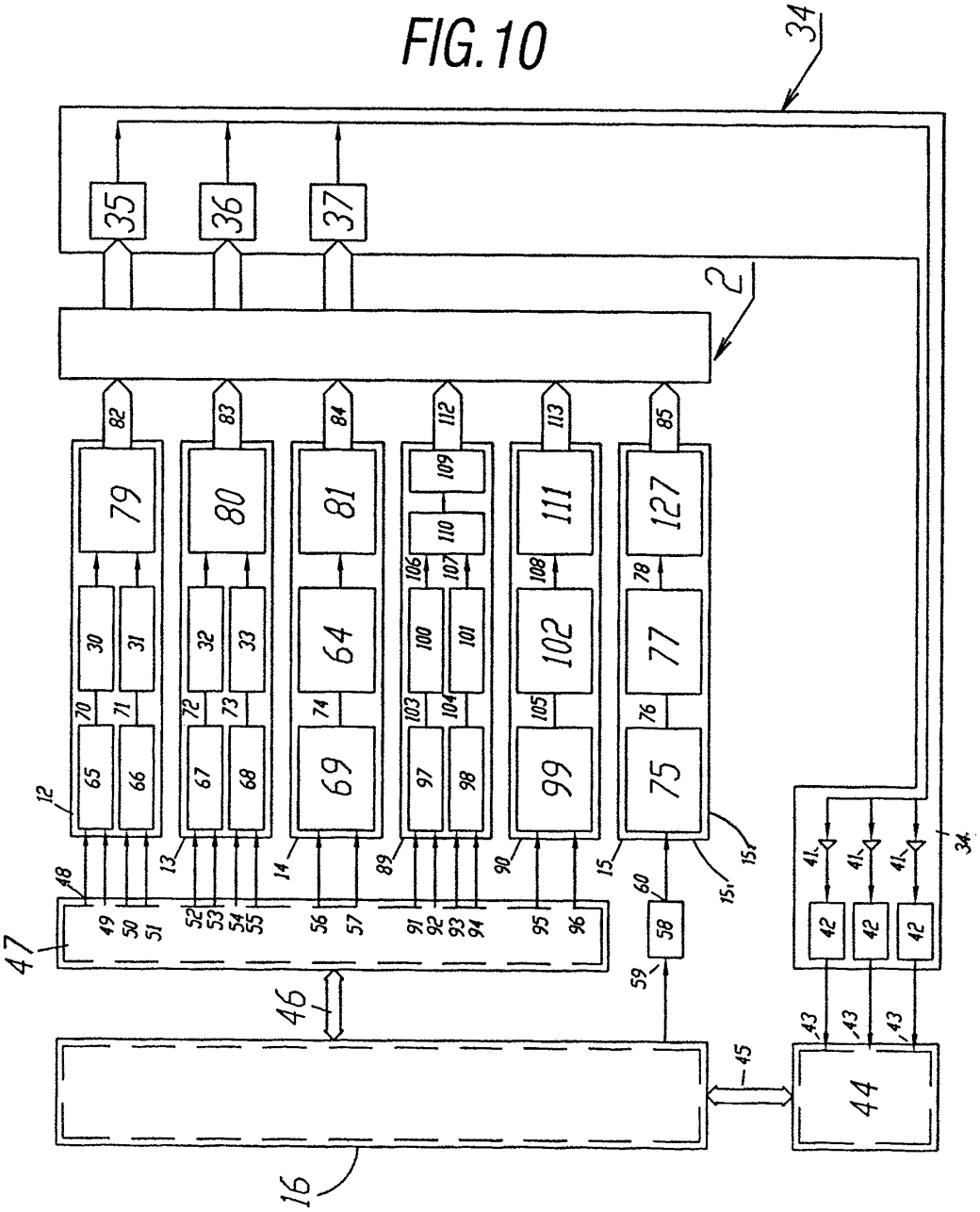
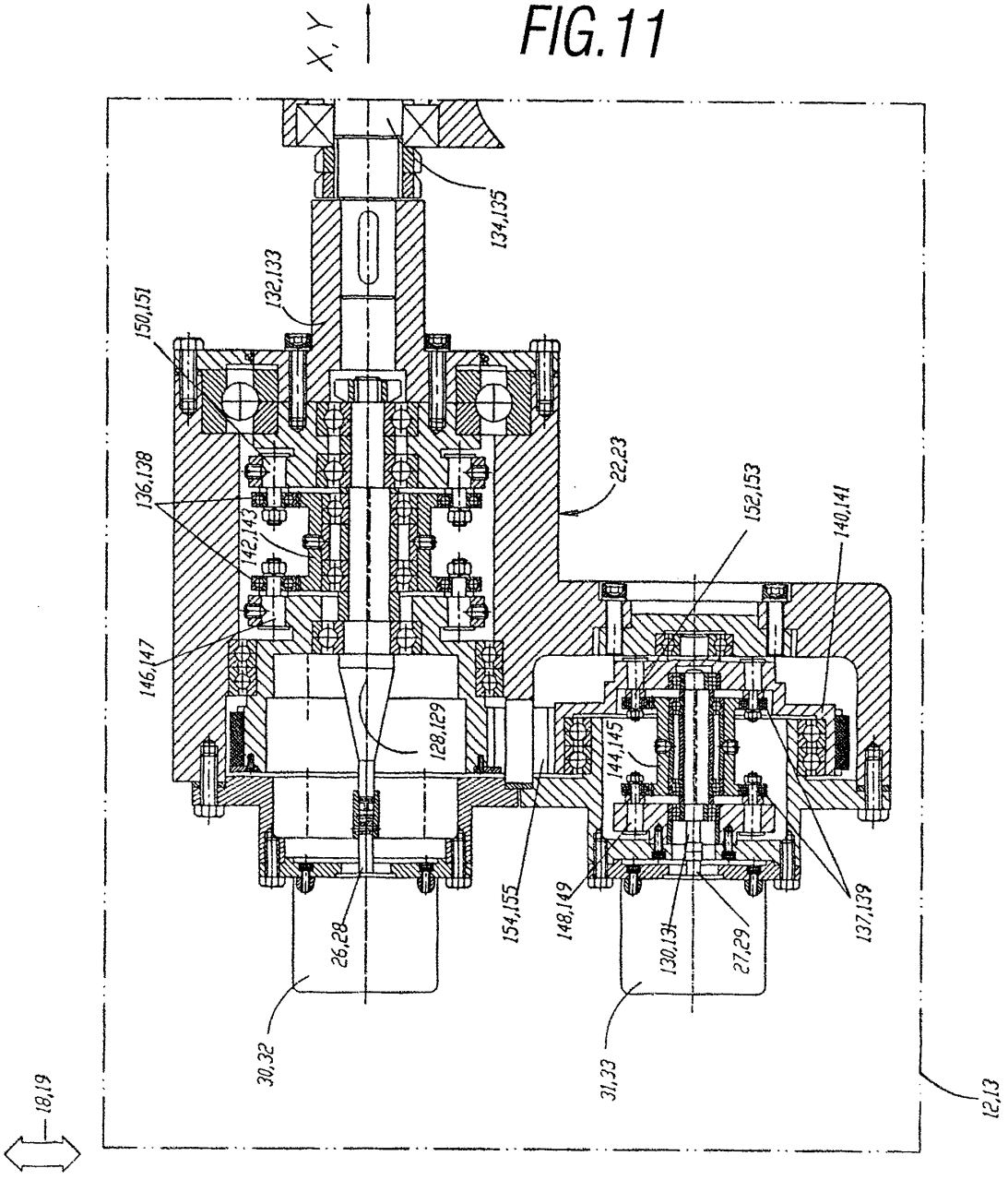

34
35
36
37
2
82
83
84
112
113
85
79
80
81
109
110
111
127
30
31
32
33
64
106
107
100
101
108
102
78
77
70
71
72
73
74
103
104
105
76
65
66
67
68
69
97
98
99
75
12
13
14
89
90
15
15'
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
91
92
93
94
95
96
60
58
59
47
46
16
41
42
43
45
44

FIG.11


X, Y
134,135
132,133
150,151
136,138
142,143
146,147
22,23
152,153
140,141
128,129
144,145
154,155
148,149
137,139
26,28
30,32
130,131
27,29
31,33
18,19
12,13