(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 983 926**

(51) Int. Cl.:

B23F 5/16 (2006.01)

B23F 19/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2018** **PCT/EP2018/070039**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2019** **WO19025240**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2018** **E 18749745 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2024** **EP 3661684**

(54) Título: **Fresadora por generación que comprende un carro de fresado por generación y un carro de biselado sobre un sistema de raíles común**

(30) Prioridad:

02.08.2017 DE 102017213361

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2024

(73) Titular/es:

FELSOMAT GMBH & CO. KG (100.0%)
Gutenbergstrasse 13
75203 Königsbach-Stein, DE

(72) Inventor/es:

PESCHINA, JÜRGEN

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

ES 2 983 926 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

Fresadora por generación que comprende un carro de fresado por generación y un carro de biselado sobre un sistema de raíles común

La invención se refiere a una fresadora por generación que comprende

- un husillo portapiezas con el que se puede hacer girar una pieza de trabajo alrededor de un eje de pieza de trabajo,
- un cabezal de fresado por generación,
- al menos un dispositivo de biselado,
- un primer carro con un primer sistema de guiado de carro, en donde sobre el primer carro está dispuesto el cabezal de fresado,
- un sistema de raíles, en donde sobre el sistema de raíles está dispuesto el primer carro de forma desplazable con su primer sistema de guiado de carro.

Una fresadora por generación de este tipo, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y el preámbulo de la reivindicación 3 se dio a conocer por el documento DE 10 2013 212 430 A1.

Las piezas de trabajo dentadas, tales como ruedas dentadas y engranajes, se necesitan en una gran variedad de formas para máquinas y vehículos. Las piezas de trabajo dentadas pueden fabricarse de forma económica con fresas de generación, en cuyo caso, una pieza de trabajo y una fresa de generación se hacen rotar estando en engrane mutuo. A continuación, habitualmente se realiza un biselado de los cantos frontales de diente de la pieza de trabajo, por un lado para eliminar las rebabas de la pieza de trabajo y, en segundo lugar, para realizar las roturas de canto. El biselado básicamente puede realizarse con arranque de virutas o mediante conformación.

En muchos casos, para el fresado por generación y el biselado están previstas máquinas diferentes. Aunque este procedimiento es sencillo, requiere mucho tiempo debido a los múltiples procesos de transporte y procesos de amarre y desamarre. Además, se necesita una gran cantidad de equipamiento.

El documento DE 10 2013 212 430 A1 propone una fresadora por generación en la que un cabezal de fresado por generación y dos dispositivos de biselado están dispuestos sobre un carro común. El carro común es desplazable sobre raíles paralelos al eje de rotación de un husillo portapiezas. Los dispositivos de biselado pueden ser desplazados sobre el carro común y comprenden discos de biselado para la indentación plástica de los cantos de diente. El fresado por generación y el biselado puede realizarse en un solo amarre de una pieza de trabajo en poco tiempo.

La desventaja de esta máquina herramienta es el considerable esfuerzo estructural que implica. El carro común es bastante grande y, por tanto, difícil de fabricar y montar. Al tener que soportar tanto el cabezal de fresado por generación como los dispositivos de biselado, incluidos los dispositivos de aproximación, el carro común además es muy pesado, de modo que el sistema de guiado de carro está sometido a elevadas cargas mecánicas y se desgasta rápidamente.

Por el documento DE 20 2013 012 505 U1 se dio a conocer el modo de que durante el mecanizado de cantos de diente en el lado frontal de una pieza de trabajo, por ejemplo para producir un bisel, la pieza de trabajo en rotación se pone en engrane generador con una herramienta en rotación, en donde se elimina material del canto del diente mediante corte, y en donde está ajustado un ángulo de cruce de ejes distinto de cero. La aplicación del ángulo de cruce de ejes se conoce a este respecto por descortezado por generación (en inglés, "skiving").

El documento DE 10 2014 218 082 A1 describe un procedimiento para la producción con arranque de virutas de biseles en cantos de diente. En este procedimiento, una herramienta dentada se hace rotar alrededor de un eje de herramienta, en donde el eje de herramienta está pivotado en un ángulo de acimut φ (que corresponde al ángulo de cruce de ejes) y un ángulo de anchura γ con respecto a un eje de pieza de trabajo de la pieza de trabajo dentada, de modo que un filo de corte de un diente de herramienta se desliza a lo largo del canto de diente produciendo un bisel en la pieza de trabajo dentada; El pivotamiento con respecto al ángulo de anchura γ generalmente se describe con un ángulo polar $\Theta=90°-\gamma$. A este respecto, se eligen $\varphi>0$ y $\Theta<90°$. Una fresadora por generación asociada tiene un soporte de tambor giratorio para dos husillos de pieza de trabajo, en donde, mediante el giro del soporte de tambor puede cambiarse entre una estación de fresado por generación y una estación de biselado. A su vez, esta fresado por generación permite un fresado por generación y un biselado en poco tiempo en un solo amarre, pero también es de construcción muy compleja. La producción de biseles en una pieza de trabajo dentada en engrane generador con una herramienta dentada en un ángulo de cruce de ejes o ángulo de acimut distinto a cero se denomina en lo sucesivo biselado con descortezado por generación.

Objetivo de la invención

La invención se basa en el objetivo de proporcionar una fresadora por generación de construcción sencilla, con la que se pueda llevar a cabo en poco tiempo un fresado por generación y un biselado de una pieza de trabajo.

Breve descripción de la invención

Este objetivo se consigue mediante una fresadora por generación de acuerdo con la reivindicación 1 y una fresadora por generación de acuerdo con la reivindicación 3.

De acuerdo con la invención, los dispositivos de mecanizado esenciales de la fresadora por generación están distribuidos en dos carros. Al distribuir el cabezal de fresado en el primer carro y el al menos un dispositivo de biselado en el segundo carro, se evita un carro común muy pesado y grande para el cabezal de fresado y el dispositivo de biselado. Esto simplifica y reduce la estructura de la fresadora por generación. Los dos carros relativamente pequeños y ligeros de la fresadora por generación de acuerdo con la invención son fáciles de fabricar y montar.

El sistema de guiado de carro de cada carro solo necesita absorber una fuerza (fuerza del peso) comparativamente pequeña, lo que a su vez resulta especialmente sencillo en términos de construcción y reduce el desgaste de los sistemas de guía de carro.

Además, el sistema de raíles es utilizado por los dos carros de acuerdo con la invención. Esto reduce aún más la complejidad estructural de la fresadora por generación y le confiere un diseño compacto. Dado que el cabezal de fresado por generación y el al menos un dispositivo de biselado no pueden utilizarse en el mismo dentado al mismo tiempo, los dos carros no se entorpecen mutuamente. El sistema de raíles común también mejora la precisión de los movimientos del carro; En particular, los dos carros están inmovilizados de manera idéntica por el sistema de raíles transversalmente al sentido de desplazamiento.

El sistema de raíles comprende uno o varios raíles. En al menos uno de los raíles, y normalmente en todos los raíles del sistema de raíles, tanto el primer carro como el segundo carro están soportados de forma desplazable ("sistema de raíles común"). Normalmente, el sistema de raíles discurre de forma recta ("sistema de raíles lineal"). Si es necesario para la respectiva tarea de mecanizado, el cabezal de fresado por generación y el al menos un dispositivo de biselado pueden ser desplazados y/o pivotados sobre su respectivo carro, normalmente por motor.

Si se desea, el primer carro y/o el segundo carro pueden estar provistos de un sensor de posición propio para determinar la posición del respectivo carro sobre el sistema de raíles. Si se desea, el primer y/o segundo carro también pueden estar equipados con su propio sistema de bloqueo para sujetar el respectivo carro en el sistema de raíles de modo que no pueda deslizarse.

El husillo portapiezas normalmente está configurado de forma estacionaria. Generalmente, el dispositivo de fresado por generación comprende un solo husillo portapiezas. El al menos un dispositivo de biselado puede estar configurado para un biselado, por generación conformador o bien para un biselado con arranque de virutas.

Formas de realización preferentes de la invención

En una forma de realización de la fresadora por generación de acuerdo con la invención, de acuerdo con la reivindicación 1, tanto el primer carro como el segundo carro están configurados como carro accionado. Mediante un accionamiento respectivamente directo de los dos carros se pueden minimizar las histéresis mecánicas durante la transmisión de fuerza a los respectivos carros. Esto permite un posicionamiento especialmente preciso de los carros, generalmente también sin control con un sensor de posición en el respectivo carro. Asimismo, a través del accionamiento a motor, un respectivo carro puede mantenerse en posición sobre el sistema de raíles durante el mecanizado de la pieza de trabajo, generalmente sin un sistema de bloqueo especial (freno). Los carros accionados mismos están acoplados respectivamente directamente a un accionamiento a motor común, con el que el respectivo carro puede ser movido sobre el sistema de raíles; un carro motorizado no necesita ser empujado o arrastrado por otro carro.

En un perfeccionamiento preferente de esta forma de realización, para cada carro accionado está presente un propio accionamiento a motor, con el que el carro accionado puede ser desplazado sobre el sistema de raíles. De esta manera, los dos carros pueden ser desplazados independientemente entre sí. Esto simplifica los procesos de control y permite un mecanizado más flexible de las piezas de trabajo. Además, cada accionamiento a motor solo requiere una potencia relativamente pequeña para desplazar su respectivo carro.

Está presente un accionamiento a motor común para los dos carros accionados. Por la utilización del accionamiento a motor común por ambos carros, la fresadora por generación puede realizarse de forma económica. A este respecto, preferentemente está previsto

que el accionamiento a motor común comprende un motor de accionamiento dispuesto en una bancada de máquina, que acciona un husillo de accionamiento con una rosca exterior, en particular un husillo de bolas,
que el primer carro presenta un primer elemento de transmisión de fuerza con una rosca interior, en particular una tuerca fijada al primer carro, y el segundo carro presenta un segundo elemento de transmisión de fuerza con una rosca interior, en particular una tuerca fijada al segundo carro,
y que el primer elemento de transmisión de fuerza y el segundo elemento de transmisión de fuerza asientan ambos

sobre el husillo de accionamiento. Esta forma de construcción es económica y minimiza las perturbaciones. Un giro del husillo de accionamiento es convertido por igual por ambos elementos de transmisión de fuerza en un movimiento axial que arrastra el respectivo carro asociado. Por el seguimiento del giro del husillo de accionamiento, la posición de los dos carros puede seguirse con gran precisión incluso sin un sensor de posición en el carro. Bloqueando el giro del husillo de accionamiento, las guías además pueden fijarse axialmente de manera sencilla.

En la forma de realización alternativa de la fresadora por generación de acuerdo con la invención, de acuerdo con la reivindicación 3, está previsto

que uno de los carros está configurado como carro accionado, en donde para el carro accionado está presente un accionamiento a motor, con el que el carro accionado puede ser desplazado sobre el sistema de raíles,
que el otro carro está configurado como carro no accionado,
y que está presente un dispositivo de acoplamiento, con el que el carro accionado y el carro no accionado pueden acoplarse mecánicamente entre sí, en particular están acoplados mecánicamente entre sí.

Por el hecho de que solo sea necesario conectar un carro al accionamiento a motor se puede utilizar un mecanismo de accionamiento comparativamente sencillo y, por tanto, una estructura sencilla y económica. Al mismo tiempo, solo se necesita un accionamiento a motor, en particular solo un motor de accionamiento, para mover ambos carros, lo que resulta especialmente económico. A través del dispositivo de acoplamiento (unión mecánica) de los dos carros, el movimiento del carro accionado es transferido al carro no accionado; el dispositivo de acoplamiento puede realizarse con componentes sencillos y económicos, como por ejemplo una unión roscada. Además, esta forma de construcción también es buena para reequipar una máquina sencilla que anteriormente, por ejemplo, solo estaba realizada con un carro con cabezal de fresado por generación y sin dispositivo de biselado: solo es necesario colocar un carro no accionado reequipado con dispositivo de biselado sobre el sistema de raíles existente y acoplarlo al carro accionado con cabezal de fresado por generación. El dispositivo de acoplamiento normalmente está instalado de forma permanente; pero también es posible prever un acoplamiento y desacoplamiento de los carros durante el funcionamiento, por ejemplo para permitir que un carro que temporalmente no se necesite repose mientras el otro se desplaza, reduciendo así el consumo de energía y el desgaste. El propio carro no accionado no puede conectarse directamente a un accionamiento a motor, sino que solo puede ser arrastrado o empujado por el carro accionado para desplazarse sobre el sistema de raíles comunes.

En un perfeccionamiento preferente de esta forma de realización, está previsto un sensor de posición separado para el carro no accionado, con el que se puede determinar una posición de desplazamiento del carro no accionado sobre el sistema de raíles. De esta manera puede reconocerse y corregirse cualquier error de posición del carro no accionado a lo largo del sistema de raíles cuando el carro accionado arrastra o empuja, por ejemplo como consecuencia de histéresis mecánicas del dispositivo de acoplamiento. Si se desea, también puede estar previsto un sistema de bloqueo separado (freno) para el carro no accionado con el fin de mantener una posición de desplazamiento sobre el sistema de raíles, en particular durante el biselado. Normalmente, el carro accionado puede posicionarse y bloquearse con precisión sobre el sistema de raíles a través de su accionamiento a motor; si se desea, adicionalmente también para el carro accionado puede estar previsto un sensor de posición propio y/o un sistema de bloqueo propio (freno).

También es preferente una variante en la que el carro accionado es el primer carro y el carro no accionado es el segundo carro. Esto alivia el dispositivo de acoplamiento y reduce las histéresis mecánicas, ya que el segundo carro con el al menos un dispositivo de biselado es generalmente más ligero que el primer carro con el cabezal de fresado por generación.

En un perfeccionamiento ventajoso, el dispositivo de acoplamiento está configurado para conectar rígidamente entre sí los dos carros a lo largo de un eje de desplazamiento sobre el sistema de raíles. La unión rígida minimiza los errores de posicionamiento (por ejemplo, debidos a histéresis mecánicas) por el accionamiento indirecto del carro no accionado. Los dos carros pueden ser movidos de un lado a otro a lo largo del eje de desplazamiento (común); la unión es, a este respecto, rígida tanto a tracción como a presión. Normalmente, la conexión de los carros es rígida en su conjunto (en particular también transversalmente a un eje de desplazamiento). Como alternativa, también es posible un acoplamiento móvil, pretensado sin juego; en este caso, el carro no accionado normalmente está provisto de su propio sensor de posición y, por lo general, también de su propio sistema de bloqueo.

En este caso, a este respecto preferentemente está previsto que los carros formen superficies de contacto mutuo orientadas una hacia otra con respecto al eje de desplazamiento, y que el dispositivo de acoplamiento comprenda un dispositivo de tensado que engrana alrededor de al menos partes de los dos carros y tensa los carros uno hacia otro con superficies de contacto que están en contacto mutuo. Esta forma de construcción es sencilla y minimiza el juego entre los carros durante la tracción y el empuje del carro no accionado. Mientras el dispositivo de tensado mantenga un mínimo de tensado elástico, es decir, las superficies de contacto mutuo no pierdan su contacto, no cabe esperar prácticamente ningún juego entre los carros.

Además, es preferente una forma de realización en la que el eje de pieza de trabajo del husillo portapiezas y un eje de desplazamiento del sistema de raíles discurren paralelamente entre sí, en donde, en particular, el eje de pieza de trabajo y el eje de desplazamiento discurren horizontalmente. De esta manera, es posible una construcción

especialmente compacta de la fresadora por generación. Además, el movimiento del carro sobre el sistema de raíles puede aprovecharse para la aproximación de las herramientas tanto durante el fresado por generación como durante el biselado. En caso de un curso horizontal del eje de desplazamiento, sigue siendo posible el desplazamiento de los carros ejerciendo poca fuerza.

Es particularmente preferente una forma de realización en la que el primer sistema de guiado de carro y el segundo sistema de guiado de carro están configurados con cojinetes de rodillos. Los cojinetes de rodillos para carros pesados son especialmente caros y sufren mucho desgaste, de modo que la división del cabezal de fresado y del dispositivo de biselado en dos carros resulta especialmente ventajosa en este caso. Además, los cojinetes de rodillos también son de marcha especialmente suave. Como alternativa, también pueden utilizarse cojinetes lisos en los sistemas de guía de carro.

También es ventajosa una forma de realización en la que sobre el segundo carro están dispuestos dos dispositivos de biselado. Con dos dispositivos de biselado pueden producirse en rápida sucesión (o incluso simultáneamente, si los dispositivos de biselado están preparados correspondientemente) dos zonas axiales diferentes de una pieza de trabajo, o incluso biseles del lado izquierdo y derecho de los mismos dientes o del mismo lado frontal de diente.

Además resulta particularmente preferente una forma de realización en la que el al menos un dispositivo de biselado está configurado para un biselado con descortezado por generación. Los dispositivos de biselado para el biselado con descortezado por generación, en particular con doble inclinación (véase más adelante), son relativamente pesados debido a los grados de libertad de movimiento requeridos, por lo que, en este caso, la división del cabezal de fresado por generación y el dispositivo de biselado en carros diferentes produce un alivio especialmente grande de los sistemas de guía de carros ("cojinetes de carro").

Es particularmente preferente un perfeccionamiento de esta forma de realización, en la que el al menos un dispositivo de biselado está configurado para un biselado con descortezado por generación con un ángulo de acimut $\varphi > 0°$ y un ángulo polar $\Theta < 90°$. El biselado mediante descortezado por generación con doble inclinación del eje de herramienta se describe en el documento DE 10 2014 218 082 A1, a cuyo contenido se hace referencia íntegramente aquí. Por la doble inclinación, el biselado está sujeto a muy pocas restricciones geométricas.

Es preferente un perfeccionamiento de esta variante, que prevé

que el eje de pieza de trabajo discurre a lo largo de una dirección x,
que un portaherramientas puede ser desplazado sobre el segundo carro en cada caso linealmente en una dirección y y una dirección z, formando las direcciones x, y y z un sistema de coordenadas rectangular,
que un husillo portaherramientas para una herramienta dentada está dispuesto sobre el portaherramientas,
y que un eje de herramienta, alrededor del cual puede hacerse girar el husillo portaherramientas, está pivotado en el ángulo de acimut $\varphi > 0°$ en un plano xy contra la dirección x, y está pivotado en el ángulo polar $\Theta < 90°$ contra la dirección z, en donde, en particular, la dirección x y la dirección z discurren horizontalmente. Con esta estructura, se puede realizar de forma sencilla el biselado con descortezado por generación con doble inclinación del eje de herramienta. El eje de desplazamiento del sistema de raíles, a lo largo del cual pueden ser desplazados el primer carro y el segundo carro, normalmente discurre paralelamente a la dirección x.

Preferentemente, a este respecto está previsto que sobre el portaherramientas esté dispuesto un soporte giratorio que puede hacerse girar alrededor de un eje de giro DA, en particular por motor, discurriendo el eje de giro paralelamente a la dirección z, y estando dispuesto sobre el soporte giratorio el husillo portaherramientas. Con el soporte giratorio, el husillo portaherramientas o la herramienta sujetada allí puede cambiar de posición para el mecanizado de los dos lados opuestos de la pieza de trabajo; y de este modo, los dos lados de la pieza de trabajo pueden ser mecanizados en rápida sucesión. Normalmente, se cambia tan solo entre dos posiciones de giro giradas 180° para el mecanizado de los lados delantero y trasero de la pieza de trabajo.

Además, ventajosamente está previsto

que sobre el segundo carro están dispuestos dos dispositivos de biselado para un biselado con descortezado por generación,
en donde sobre el soporte giratorio también está dispuesto un husillo portaherramientas adicional para una herramienta dentada adicional,
y en donde un eje de herramienta adicional, alrededor del cual puede hacerse girar el husillo portaherramientas adicional, está pivotado en un ángulo de acimut adicional φw en el plano xy contra el eje x, y está pivotado en un ángulo polar adicional Θw contra el eje z,
con $\varphi w = -\varphi$ y $\Theta w = \Theta$ Mediante esta orientación del eje de herramienta y del eje de herramienta adicional se pueden producir en las mismas condiciones y en rápida sucesión los biseles izquierdo y derecho en una pieza de trabajo o en un lado frontal de diente de la pieza de trabajo.

Más ventajas de la invención resultan de la descripción y del dibujo. Del mismo modo, las características anteriormente mencionadas y las expuestas a continuación pueden usarse, de acuerdo con la invención, respectivamente de manera

individual o de manera colectiva en cualquier combinación. Las formas de realización mostradas y descritas no han de entenderse como una enumeración exhaustiva, sino que más bien tienen carácter de ejemplo para ilustrar la invención.

Descripción detallada de la invención y del dibujo

La invención está representada en el dibujo y se explica con más detalle con la ayuda de ejemplos de realización. Muestran:

la figura 1 una vista esquemática en perspectiva desde oblicuamente delante de una primera forma de realización de una fresadora por generación de acuerdo con la invención, sin contrasoporte;

la figura 2 una vista esquemática en perspectiva desde oblicuamente detrás de la fresadora por generación de la figura 1, con contrasoporte;

la figura 3 una vista esquemática de la fresadora por generación de la figura 2;

La figura 4 una vista esquemática en perspectiva desde oblicuamente detrás del segundo carro de la fresadora por generación de la figura 1;

la figura 5a una vista esquemática en perspectiva desde oblicuamente delante del segundo carro de la fresadora por generación de la figura 1, con la ilustración de la orientación de una herramienta de biselado inferior;

la figura 5b una vista esquemática en perspectiva oblicuamente desde delante del segundo carro de la fresadora por generación de la figura 1, con la ilustración de la orientación de una herramienta de biselado superior, adicional;

la figura 6 una vista en planta desde arriba esquemática de una segunda forma de realización de una fresadora por generación de acuerdo con la invención;

la figura 7 una vista en planta desde arriba esquemática de una tercera forma de realización de una fresadora por generación de acuerdo con la invención;

la figura 8 un alzado lateral esquemático de una cuarta forma de realización de una fresadora por generación de acuerdo con la invención, que comprende un dispositivo de acoplamiento con un dispositivo de tensado.

La figura 1 en una vista esquemática en perspectiva desde oblicuamente delante y la figura 2 en una vista esquemática en perspectiva desde oblicuamente detrás ilustran una primera forma de realización de una fresadora por generación 1 de acuerdo con la invención.

Sobre una bancada de máquina 2 está dispuesto un husillo portapiezas 3 estacionario, rotatorio alrededor de un eje de pieza de trabajo WSA horizontal, véase también el eje de máquina C1. El eje de pieza de trabajo WSA define aquí una dirección x que, junto con la dirección y vertical y la dirección z horizontal, forma un sistema de coordenadas rectangular. Una pieza de trabajo 21 amarrada en el husillo portapiezas 3 puede apoyarse en un contrasoporte 4 (no representado en la figura 1, pero véase la figura 2) desplazable en la dirección x.

Además, en la bancada de máquina 2 está dispuesto un sistema de raíles 5 que en este caso comprende dos raíles 5a, 5b. Los raíles 5a, 5b discurren en dirección horizontal paralelamente al eje de pieza de trabajo WSA. Sobre el sistema de raíles 5 están soportados de forma desplazable tanto un primer carro 11 como un segundo carro 12, en este caso respectivamente sobre ambos raíles 5a, 5b ("sistema de raíles común"). Correspondientemente, los dos carros 11, 12 pueden desplazarse sobre una sección idéntica 36 del sistema de raíles 5, al menos en una zona central. Para ello, el primer carro 11 dispone de un primer sistema de guiado del carro 13, que comprende varios (aquí cuatro) cojinetes de rodillos (elementos de cojinete de rodillos) 13a, y el segundo carro 12 dispone de un segundo sistema de guiado del carro 14, que asimismo comprende varios (aquí cuatro) cojinetes de rodillos (elementos de cojinete de rodillos) 14a. Los cojinetes de rodillos 13a, 14a comprenden rodillos o bolas (no mostrados en detalle) que ruedan sobre los raíles 5a, 5b.

En la forma de realización mostrada, el primer carro 11 está configurado como carro accionado y puede ser desplazado sobre el sistema de raíles 5 por medio de un accionamiento a motor 15, que comprende un motor de accionamiento 35, véase el eje de máquina x. En la forma de realización mostrada, el segundo carro 12 está configurado como carro no accionado y está acoplado mecánicamente al primer carro 11. Por el empuje y la tracción con el primer carro 11, también el segundo carro 12 puede desplazarse sobre el sistema de raíles 5 (más datos al respecto en la figura 3 más adelante).

Sobre el primer carro 11 está dispuesto un cabezal de fresado por generación 16 que por medio de los ejes de máquina Y1 y Z1 puede ser desplazado, en particular, ser aproximado a una pieza de trabajo 21. Sobre el segundo carro 12

están dispuestos aquí dos dispositivos de biselado 17, 18 que están configurados para el biselado con descortezado por generación con doble inclinación (más información al respecto en las figuras 4, 5a y 5b). Un portaherramientas 19 puede desplazarse sobre el segundo carro 12 por medio de los ejes de máquina Y2, Z2, en particular para la aproximación de los dispositivos de biselado 17, 18 a una pieza de trabajo 21. El portaherramientas 19 lleva a su vez un soporte giratorio 20 que puede hacerse girar alrededor de un eje de giro DA que discurre paralelamente a la dirección z. Sobre el soporte giratorio 20 están dispuestos dos husillos portaherramientas de los dispositivos de biselado 17, 18.

Los sistemas de aproximación de los dos carros 11, 12 están configurados de forma independiente entre sí. Al dividir las operaciones de fresado y biselado (incluidos los sistemas de aproximación asociados) entre los dos carros 11, 12, cada carro individual 11, 12 es comparativamente pequeño y ligero.

La figura 3 muestra una vista en planta desde arriba de la fresadora por generación 1 de las figuras 1 y 2, en la que se explica el acoplamiento y el accionamiento de los carros 11, 12 de esta forma de realización.

El accionamiento a motor 15 presenta el motor de accionamiento 35 que está dispuesto en la bancada de máquina 2; el motor de accionamiento 35 acciona un husillo de accionamiento 22 con una rosca exterior, en este caso un accionamiento por husillo de bolas. El husillo de accionamiento 22 se extiende paralelamente a la dirección x, es decir, paralelamente al eje de desplazamiento VA del sistema de raíles 5. El husillo de accionamiento 22 discurre aquí a lo largo de ambos carros 11, 12, debajo de los mismos. Sobre el husillo de accionamiento 22 está colocado (enroscado) un elemento de transmisión de fuerza 23 con una rosca interior, en este caso una tuerca 24. El elemento de transmisión de fuerza 23 está firmemente unido, por ejemplo enroscado, al primer carro 11 de una manera que no se muestra en detalle. Al girar el husillo de accionamiento 22, el elemento de transmisión de fuerza 23, que está sujeto de forma no giratoria por el carro 11 firmemente unido, avanza (se va enroscando) entonces a lo largo de la dirección de desplazamiento VA del sistema de raíles 5 común; a este respecto es arrastrado el primer carro 11. El primer carro 11 es, por tanto, un carro accionado.

El segundo carro 12 está unido al primer carro 11 con un dispositivo de acoplamiento 25 que está configurado como pasador de acoplamiento (véase a este respecto la figura 4). Durante el movimiento del primer carro 11 a lo largo del eje de desplazamiento VA, el segundo carro 12 es empujado o presionado por el primer carro 11, de modo que también el segundo carro 12 se desplaza sobre el sistema de raíles 5 común.

Cabe tener en cuenta que el elemento de transmisión de fuerza 23 está dispuesto cerca del dispositivo de acoplamiento 25, lo que mejora la precisión de posicionamiento del segundo carro 12.

Preferentemente, el segundo carro 12 presenta su propio sensor de posición (cabezal de medición) 26, que interactúa aquí con un sistema de posicionamiento integrado en el raíl delantero 5a. De esta manera, pueden ser reconocidos y corregidos errores de posicionamiento del segundo carro 12 causados, por ejemplo, por histéresis mecánicas en el dispositivo de acoplamiento 25 (mediante el desplazamiento correspondiente del segundo carro 12, aprovechando indirectamente el accionamiento a motor 15). Preferentemente, el sensor de posición 26 está integrado en un cojinete de rodillos (un patín de rodillos).

La figura 4 explica con más detalle el segundo carro 12 y el dispositivo de acoplamiento 25.

El dispositivo de acoplamiento 25 está configurado aquí como un pasador de acoplamiento doblemente perforado, en donde respectivamente un tornillo (no mostrado en detalle) se hace pasar a través de uno de los orificios 27a, 27b y se enrosca en un orificio roscado (no mostrado en detalle) del respectivo carro. Aunque el pasador de acoplamiento puede girar sobre los tornillos, no se produce ninguna torsión perceptible del pasador de acoplamiento durante el funcionamiento, ya que los carros 11, 12 están sujetos lateralmente (en la dirección z) por el sistema de raíles 5. De este modo, el dispositivo de acoplamiento 25 actúa rígidamente en la dirección del eje de desplazamiento (corresponde a la dirección x).

Además, se muestra el portaherramientas 19 que a través de un sistema de carros cruzados puede desplazarse tanto en la dirección y (véase el eje de máquina Y2) como en la dirección z (véase el eje de máquina Z2). El sistema de carros cruzados comprende a este respecto un soporte intermedio 28. Además, el portaherramientas 19 puede desplazarse con el segundo carro 12 completo en la dirección x (acoplándolo al primer carro 11, que puede moverse con el eje de máquina x).

Sobre el portaherramientas 19 está dispuesto el soporte giratorio 20 que puede hacerse girar a motor alrededor del eje de giro DA, véase el eje de máquina A2. Sobre el soporte giratorio 20 están dispuestos el husillo portaherramientas 29 del dispositivo de biselado (inferior) 17 y el husillo portaherramientas 30 del dispositivo de biselado adicional (superior) 18. El eje de herramienta WZA del husillo portaherramientas 29 está firmemente inclinado con respecto al eje de herramienta wWZA adicional del husillo portaherramientas 30. El husillo portaherramientas 29 y el husillo portaherramientas adicional 30 pueden hacerse rotar a motor, véanse los ejes de máquina C6, C5, para accionar respectivamente una herramienta dentada 31, 32 sujetada (amarrada).

La figura 5a explica la orientación del eje de herramienta WZA del husillo portaherramientas 29 del dispositivo de biselado inferior 17. Cabe tener en cuenta a este respecto que el eje de pieza de trabajo de una pieza de trabajo que ha de ser mecanizada (no representado) discurre a lo largo de la dirección x. En la herramienta 31 está representado un sistema de coordenadas auxiliar x'/y'/z' desplazado en paralelo al sistema de coordenadas xyz real para facilitar el reconocimiento de las relaciones angulares.

El eje de herramienta WZA gira en un ángulo polar Θ con respecto a la dirección z'. La diferencia entre el ángulo polar Θ y 90° (es decir, el ángulo entre el eje de herramienta WZA y el plano x'y') se denomina ángulo de anchura γ. Además, una proyección 33 del eje de herramienta WZA sobre el plano x'y' tiene un ángulo de acimut (también denominado ángulo de cruce de ejes) φ con respecto a la dirección x'.

Correspondientemente, el eje de herramienta WZA está inclinado doblemente con respecto al eje de herramienta (que discurre paralelamente a la dirección x'). De esta manera, es posible un biselado con descortezado por generación en la pieza de trabajo con doble inclinación del eje de herramienta WZA con respecto al eje de pieza de trabajo, tal como se describe en el documento DE 10 2014 218 082 A1, cuyo contenido se incorpora por referencia a la presente descripción.

La figura 5b muestra la orientación del eje de herramienta adicional wWZA del husillo portaherramientas adicional 30 del dispositivo de biselado superior 18. En la herramienta adicional 32 está representado un sistema de coordenadas auxiliar x"/y"/z" desplazado en paralelo al sistema de coordenadas xyz real para facilitar el reconocimiento de las relaciones angulares.

El eje de herramienta adicional wWZA está pivotado en un ángulo polar adicional Θw con respecto a la dirección "z". La diferencia entre el ángulo polar adicional Θw y 90° (es decir, el ángulo entre el eje de herramienta adicional wWZA y el plano x "y") se denomina ángulo de anchura adicional wγ. Además, una proyección 34 del eje de herramienta adicional wWZA sobre el plano x "y" tiene un ángulo de acimut adicional φw con respecto a la dirección x".

Debido a la posición de giro del soporte giratorio 20 (con los dispositivos de biselado 17, 18 directamente uno encima del otro en la dirección y' o en la dirección y") y a la inclinación fija mutua del eje de herramienta WZA y del eje de herramienta adicional wWZA, aquí es aplicable lo siguiente

$$\varphi w = -\varphi$$

y

$$\Theta w = \Theta.$$

con los dos dispositivos de biselado 17, 18 pueden biselarse los flancos de diente izquierdo y derecho de un lado de la pieza de trabajo. Al girar el soporte giratorio 20 180° alrededor de su eje de giro DA, se pueden conseguir las relaciones correspondientes para un mecanizado por biselado de un lado opuesto de la pieza de trabajo (en la dirección x).

Cabe tener en cuenta que una herramienta 31, 32 normalmente se aplica en la pieza de trabajo respectivamente de tal manera que la perpendicular de una zona de contacto de la herramienta 31, 32 y la pieza de trabajo al eje de pieza de trabajo define la dirección z.

La figura 6 ilustra una segunda forma de realización de una fresadora por generación 1 de acuerdo con la invención, que se corresponde en gran medida con la forma de realización de la figura 1 y la figura 2, de modo que aquí solo se explican las diferencias esenciales.

En esta forma de realización, está previsto un accionamiento a motor 60 común para el primer carro 11 y el segundo carro 12. Un motor de accionamiento 66 del accionamiento a motor 60 común acciona un husillo de accionamiento 65 con rosca exterior, en este caso un accionamiento de husillo de bolas, que discurre debajo del primer y segundo carros 11, 12. Sobre el husillo de accionamiento 65 asientan un primer elemento de transmisión de fuerza 61 con una rosca interior en forma de tuerca 63 y un segundo elemento de transmisión de fuerza 62 con una rosca interior en forma de tuerca 64. El primer elemento de transmisión de fuerza 61 está firmemente sujeto, por ejemplo enroscado, al primer carro 11 de una manera que no se muestra en detalle, y el segundo elemento de transmisión de fuerza 62 está firmemente sujeto, por ejemplo enroscado, al segundo carro 12 de una manera que no se muestra en detalle.

Al girar el husillo de accionamiento 65 con el motor de accionamiento 66 del accionamiento a motor 60 común, las tuercas 63, 64 sujetas de forma no giratoria en sus respectivos carros 11, 12 se mueven (enroscan) a lo largo del eje de desplazamiento del sistema de raíles 5 común. A este respecto, las tuercas 63, 64 arrastran sus respectivos carros 11, 12.

Por lo tanto, los dos carros 11, 12 están accionados respectivamente por separado, pero se mueven sincrónicamente entre sí a una distancia fija (salvo de un posible error de paso del husillo de accionamiento 65), sin que un dispositivo

de acoplamiento mecánico conecte los dos carros 11, 12. Tanto el primer carro 11 como el segundo carro 12 son aquí carros accionados.

La figura 7 ilustra una tercera forma de realización de una fresadora por generación 1 de acuerdo con la invención, que se corresponde en gran medida con la forma de realización de la figura 1 y la figura 2, de modo que aquí solo se explican las diferencias esenciales.

En esta forma de realización, el primer carro 11 tiene su propio accionamiento a motor 71, y el segundo carro 12 tiene su propio accionamiento a motor 70.

Un motor de accionamiento 78 del accionamiento a motor 71 acciona un husillo de accionamiento 73 con rosca exterior, en este caso un husillo de bolas, sobre el que está colocado (enroscado) un elemento de transmisión de fuerza 74 con rosca interior, en este caso una tuerca 76. La tuerca 76 está fijada al primer carro 11 de una manera que no se muestra en detalle, por ejemplo enroscada. Un motor de accionamiento 79 del accionamiento a motor 70 acciona un husillo de accionamiento 72 con rosca exterior, en este caso un husillo de bolas, sobre el que está colocado (enroscado) un elemento de transmisión de fuerza 75 con rosca interior, en este caso una tuerca 77. La tuerca 77 está fijada al tercer carro 12 de una manera que no se muestra en detalle, por ejemplo enroscada. Los husillos de accionamiento 72, 73 discurren paralelamente entre sí por debajo de los dos carros 11, 12.

Al girar el husillo de accionamiento 73 con el motor de accionamiento 78 del accionamiento a motor 71, la tuerca 76 sujeta de forma no giratoria en el primer carro 11 se mueve (enrosca) a lo largo del eje de desplazamiento del sistema de raíles 5 común. Al girar el husillo de accionamiento 72 con el motor de accionamiento 79 del accionamiento 70 a motor, la tuerca 77 sujeta de forma no giratoria en el segundo carro 12 se mueve (enrosca) a lo largo del eje de desplazamiento VA del sistema de raíles 5 común. A este respecto, las tuercas 76, 77 arrastran sus respectivos carros 11, 12.

En este caso, los dos carros 11, 12 no solo están accionados por separado, sino también independientemente entre sí. En particular, uno de los carros 11, 12 puede desplazarse sobre el eje de desplazamiento VA mientras que el otro carro 11, 12 está en reposo. Tanto el primer carro 11 como el segundo carro 12 son aquí carros accionados.

La figura 8 ilustra un dispositivo de acoplamiento tal como puede utilizarse en el marco de la invención, por ejemplo en una fresadora por generación similar a las mostradas en las figuras 1, 2 y 3. Se explican solo las diferencias esenciales. La figura 8 muestra un alzado lateral esquemático de la fresadora por generación 1.

El primer carro 11 es un carro accionado, que aquí es accionado por el accionamiento 15 a motor con un motor de accionamiento 35 a través del husillo de accionamiento 22 y el elemento de transmisión de fuerza 23. El segundo carro 12 es un carro no accionado. Los carros 11, 12 están acoplados mecánicamente entre sí con un dispositivo de acoplamiento 25, de modo que puedan moverse juntos sobre el sistema de raíles 5 común con sus respectivos sistemas de guía de carros 13, 14 sobre cojinetes de rodillos 13a, 14a.

En la forma de realización mostrada, los carros 11, 12 tienen superficies de contacto 80, 81 mutuas, con las que están dispuestos uno junto a otro (con respecto al eje de desplazamiento VA), es decir, en contacto entre sí. Las superficies de contacto mutuo 80, 81 son aquí perpendiculares al eje de desplazamiento VA. El dispositivo de acoplamiento 25 comprende aquí un dispositivo de tensado 82. Con un perno roscado 87 que presenta una rosca exterior se atraviesan lengüetas 83, 84 perforadas en el primer carro 11 y en el segundo carro 12. En la parte exterior del perno roscado 87, respectivamente fuera de las lengüetas 83, 84 están fijadas tuercas de apriete 85, 86 con una rosca interior a juego, que agarran alrededor de las lengüetas 83, 84 y con las que el perno roscado 87 se somete a una tensión de tracción elástica. Correspondientemente, el perno roscado 87 tira de los carros 11, 12 uno hacia el otro. La posición de apriete de las tuercas de apriete 85, 86 está asegurada aquí con contratuercas 88, 89. El dispositivo de acoplamiento 25 garantiza un acoplamiento completamente rígido de los carros 11, 12, en particular en la dirección x y en la dirección z.

Lista de referencias

1	Fresadora por generación
2	Bancada de máquina
3	Husillo portapiezas
4	Contrasoporte
5	Sistema de raíles (común)
5a, 5b	Raíles
11	Primer carro

12	Segundo carro
13	Primer sistema de guiado de carro
13a	Cojinete de rodillos (elemento de cojinete de rodillos, patín de rodillos) en el primer carro
14	Segundo sistema de guiado de carro
14a	Cojinete de rodillos (elemento de cojinete de rodillos, patín de rodillos) en el segundo carro
15	Accionamiento a motor (en un carro accionado)
16	Cabezal de fresado por generación
17	Dispositivo de biselado (inferior)
18	Dispositivo de biselado adicional (superior)
19	Portaherramientas
20	Soporte giratorio
21	Pieza de trabajo
22	Husillo de accionamiento (en un carro accionado)
23	Elemento de transmisión de fuerza
24	Tuerca
25	Dispositivo de acoplamiento
26	Sensor de posición
27a, 27b	Orificios
28	Soporte intermedio
29	Husillo portaherramientas
30	Husillo portaherramientas adicional
31	Herramienta dentada
32	Herramienta dentada adicional
33	Proyección del eje de herramienta sobre el plano x'y'
34	Proyección de eje de herramienta adicional sobre el plano x'y'
35	Motor de accionamiento
36	Sección idéntica del sistema de raíles
60	Accionamiento a motor común
61	Primer elemento de transmisión de fuerza
62	Segundo elemento de transmisión de fuerza
63	Tuerca (primer carro)
64	Tuerca (segundo carro)
65	Eje de accionamiento
66	Motor de accionamiento (accionamiento a motor común)
70	Accionamiento a motor (para el segundo carro, en el caso de dos carros accionados independientemente entre sí)
71	Accionamiento a motor (para el primer carro, en el caso de dos carros accionados independientemente entre sí)
72	Árbol de accionamiento
73	Árbol de accionamiento
74	Elemento de transmisión de fuerza (primer carro)

75	Elemento de transmisión de fuerza (segundo carro)
76	Tuerca (primer carro)
77	Tuerca (segundo carro)
78	Motor de accionamiento (primer carro)
79	Motor de accionamiento (segundo carro)
80	Superficie de contacto (primer carro)
81	Superficie de contacto (segundo carro)
82	Dispositivo de tensado
83	Lengüeta perforada (primer carro)
84	Lengüeta perforada (segundo carro)
85	Tuerca de sujeción (primer carro)
86	Tuerca de sujeción (segundo carro)
87	Perno roscado
88	Contratuerca (primer carro)
89	Contratuerca (segundo carro)
DA	Eje de giro
VA	Eje de desplazamiento
WSA	Eje de pieza de trabajo
WZA	Eje de herramienta
wWZA	Eje de herramienta adicional
γ	Ángulo de anchura
γw	Ángulo de anchura adicional
φ	Ángulo de acimut
φw	Ángulo de acimut adicional
Θ	Ángulo polar
Θw	Ángulo polar adicional

REIVINDICACIONES

1. Fresadora por generación (1) que comprende

- un husillo portapiezas (3) con el que se puede hacer girar una pieza de trabajo (21) alrededor de un eje de pieza de trabajo (WSA),
- un cabezal de fresado por generación (16),
- al menos un dispositivo de biselado (17, 18),
- un primer carro (11) con un primer sistema de guiado de carro (13), en donde sobre el primer carro (11) está dispuesto el cabezal de fresado por generación (16),
- un sistema de raíles (5), en donde sobre el sistema de raíles (5) está dispuesto el primer carro (11) de forma desplazable con su primer sistema de guiado de carro (13),

caracterizada

por que la fresadora por generación (1) comprende además
- un segundo carro (12) con un segundo sistema de guiado de carro (14), en donde sobre el segundo carro (12) está dispuesto el al menos un dispositivo de biselado (17, 18),

por que sobre el sistema de raíles (5) también está dispuesto el segundo carro (12) de forma desplazable con su segundo sistema de carro (14), de modo que el primer carro (11) y el segundo carro (12) pueden ser desplazados sobre una sección (36) idéntica del sistema de raíles (5), por que tanto el primer carro (11) como el segundo carro (12) están configurados como carros accionados,
y por que existe un accionamiento a motor (60) común para los dos carros accionados.

2. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 1, caracterizada

por que el accionamiento a motor (60) común comprende un motor de accionamiento (66) dispuesto en una bancada de máquina (2), que acciona un husillo de accionamiento (65) con una rosca exterior, en particular un husillo de bolas,
por que el primer carro (11) presenta un primer elemento de transmisión de fuerza (61) con una rosca interior, en particular una tuerca (63) fijada al primer carro (11), y el segundo carro (12) presenta un segundo elemento de transmisión de fuerza (62) con una rosca interior, en particular una tuerca (64) fijada al segundo carro,
y por que el primer elemento de transmisión de fuerza (61) y el segundo elemento de transmisión de fuerza (62) se asientan ambos sobre el husillo de accionamiento (65).

3. Fresadora por generación (1) que comprende

- un husillo portapiezas (3) con el que se puede hacer girar una pieza de trabajo (21) alrededor de un eje de pieza de trabajo (WSA),
- un cabezal de fresado por generación (16),
- al menos un dispositivo de biselado (17, 18),
- un primer carro (11) con un primer sistema de guiado de carro (13), en donde sobre el primer carro (11) está dispuesto el cabezal de fresado por generación (16),
- un sistema de raíles (5), en donde sobre el sistema de raíles (5) está dispuesto el primer carro (11) de forma desplazable con su primer sistema de guiado de carro (13),

caracterizada

por que la fresadora por generación (1) comprende además

- un segundo carro (12) con un segundo sistema de guiado de carro (14), en donde sobre el segundo carro (12) está dispuesto el al menos un dispositivo de biselado (17, 18),

por que sobre el sistema de raíles (5) también está dispuesto el segundo carro (12) de forma desplazable con su segundo sistema de carro (14), de modo que el primer carro (11) y el segundo carro (12) pueden ser desplazados sobre una sección (36) idéntica del sistema de raíles (5), por que uno de los carros (11, 12) está configurado como carro accionado, en donde para el carro accionado está presente un accionamiento a motor (15), con el que el carro accionado puede ser desplazado sobre el sistema de raíles (5),
por que el otro carro (11, 12) está configurado como carro no accionado,
y por que está presente un dispositivo de acoplamiento (25), con el que el carro accionado y el carro no accionado pueden acoplarse mecánicamente entre sí, en particular están acoplados mecánicamente entre sí.

4. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 3, caracterizada por que para el carro no accionado está previsto un sensor de posición (26) propio, con el que se puede determinar una posición de desplazamiento del carro no accionado sobre el sistema de raíles (5).

5. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 3 o 4, caracterizada por que el carro accionado es el primer carro (11) y el carro no accionado es el segundo carro (12).

6. Fresadora por generación (1) según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizada por que el dispositivo de acoplamiento (25) está configurado para unir rígidamente los dos carros (11, 12) entre sí a lo largo de un eje de desplazamiento (VA) sobre el sistema de raíles (5).

7. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 6, caracterizada por que los carros (11, 12) forman superficies de contacto mutuo (80, 81) orientadas una hacia otra con respecto al eje de desplazamiento (VA), y por que el dispositivo de acoplamiento (25) comprende un dispositivo de tensado (82) que engrana alrededor de al menos partes de los dos carros (11, 12) y tensa los carros (11, 12) uno hacia otro con superficies de contacto (80, 81) que están en contacto mutuo.

8. Fresadora por generación (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el eje de pieza de trabajo (WSA) del husillo portapiezas (3) y un eje de desplazamiento (VA) del sistema de raíles (5) discurren paralelamente entre sí,
en donde, en particular, el eje de pieza de trabajo (WSA) y el eje de desplazamiento (5) discurren horizontalmente.

9. Fresadora por generación (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el primer sistema de guiado de carro (13) y el segundo sistema de guiado de carro (14) están configurados con cojinetes de rodillos (13a, 14a).

10. Fresadora por generación (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que sobre el segundo carro (12) están dispuestos dos dispositivos de biselado (17, 18).

11. Fresadora por generación (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el al menos un dispositivo de biselado (17, 18) está configurado para un biselado con descortezado por generación.

12. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 11, caracterizada por que el al menos un dispositivo de biselado (17, 18) está configurado para el biselado con descortezado por generación con un ángulo de acimut $\varphi > 0°$ y un ángulo polar $\Theta < 90°$.

13. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 12, caracterizada

por que el eje de pieza de trabajo (WSA) discurre a lo largo de una dirección x,
por que un portaherramientas (19) puede ser desplazado sobre el segundo carro (12) en cada caso linealmente en una dirección y y una dirección z, formando las direcciones x, y y z un sistema de coordenadas rectangular, por que un husillo portaherramientas (29) para una herramienta (31) dentada está dispuesto sobre el portaherramientas (19),
y por que un eje de herramienta (WZA), alrededor del cual puede hacerse girar el husillo portaherramientas (29), está pivotado en el ángulo de acimut $\varphi > 0°$ en un plano xy contra la dirección x, y está pivotado en el ángulo polar $\Theta < 90°$ contra la dirección z,
en donde, en particular, la dirección x y la dirección z discurren horizontalmente.

14. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 13, caracterizada por que sobre el portaherramientas (19) está dispuesto un soporte giratorio (20) que puede hacerse girar alrededor de un eje de giro (DA), en particular a motor, en donde el eje de giro (Da) discurre paralelamente a la dirección z, y por que sobre el soporte giratorio (20) está dispuesto el husillo portaherramientas (29).

15. Fresadora por generación (1) según la reivindicación 14, caracterizada

por que sobre el segundo carro (12) están dispuestos dos dispositivos de biselado (17, 18) para un biselado con descortezado por generación,
en donde sobre el soporte giratorio (20) también está dispuesto un husillo portaherramientas adicional (30) para una herramienta dentada adicional (32),
y en donde un eje de herramienta adicional (wWZA), alrededor del cual puede hacerse girar el husillo portaherramientas adicional (30), está pivotado en un ángulo de acimut adicional φw en el plano xy contra el eje x, y está pivotado en un ángulo polar adicional Θw contra el eje z,
siendo $\varphi w = -\varphi$ y $\Theta w = \Theta$.

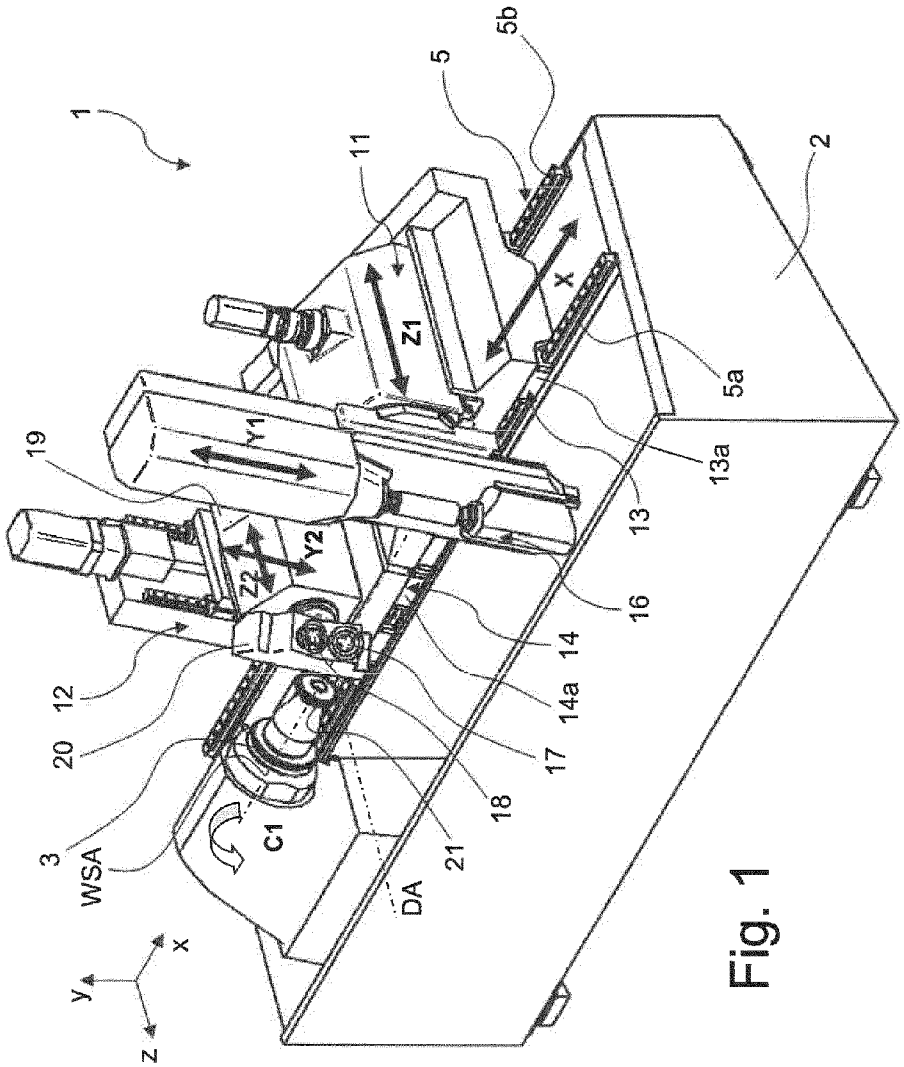

1
2
3
5
5a
5b
11
12
13
13a
14
14a
16
17
18
19
20
21
WSA
DA
C1
Z1
Y1
Z2
Y2
X
x
y
z

Fig. 1

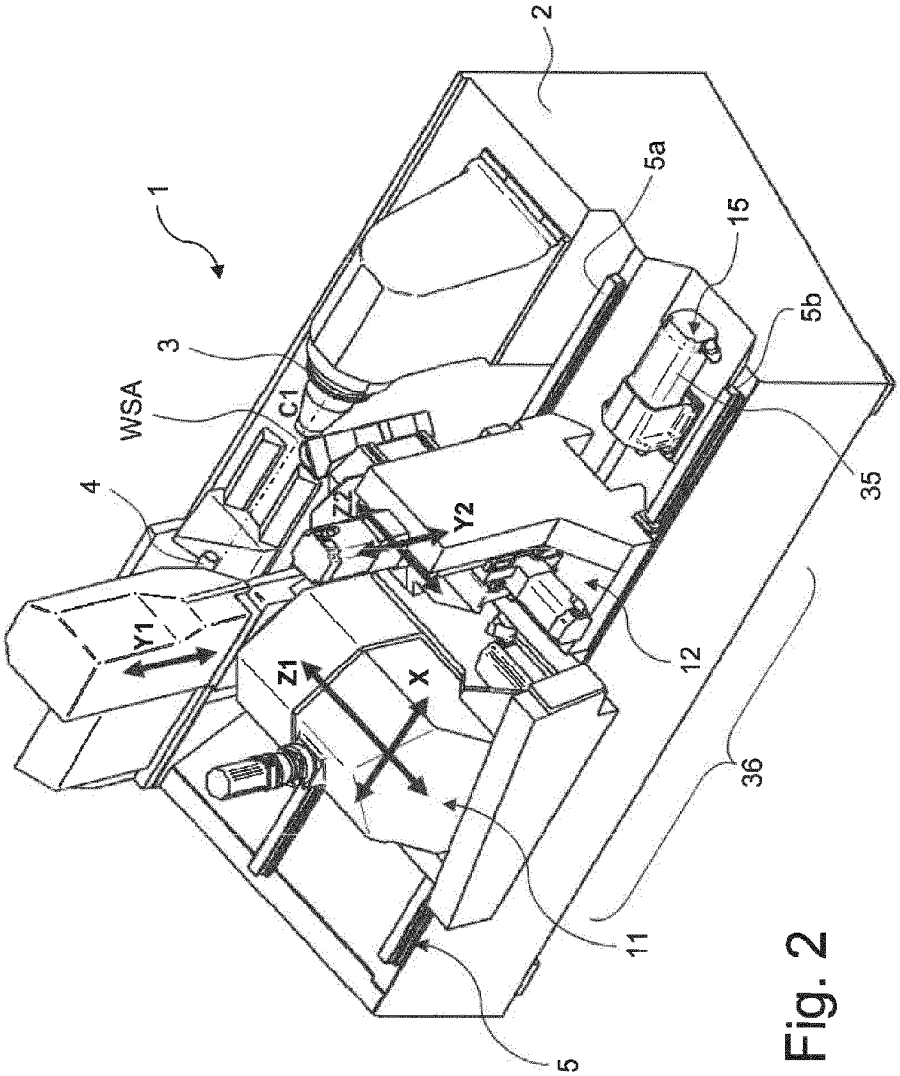


Fig. 2

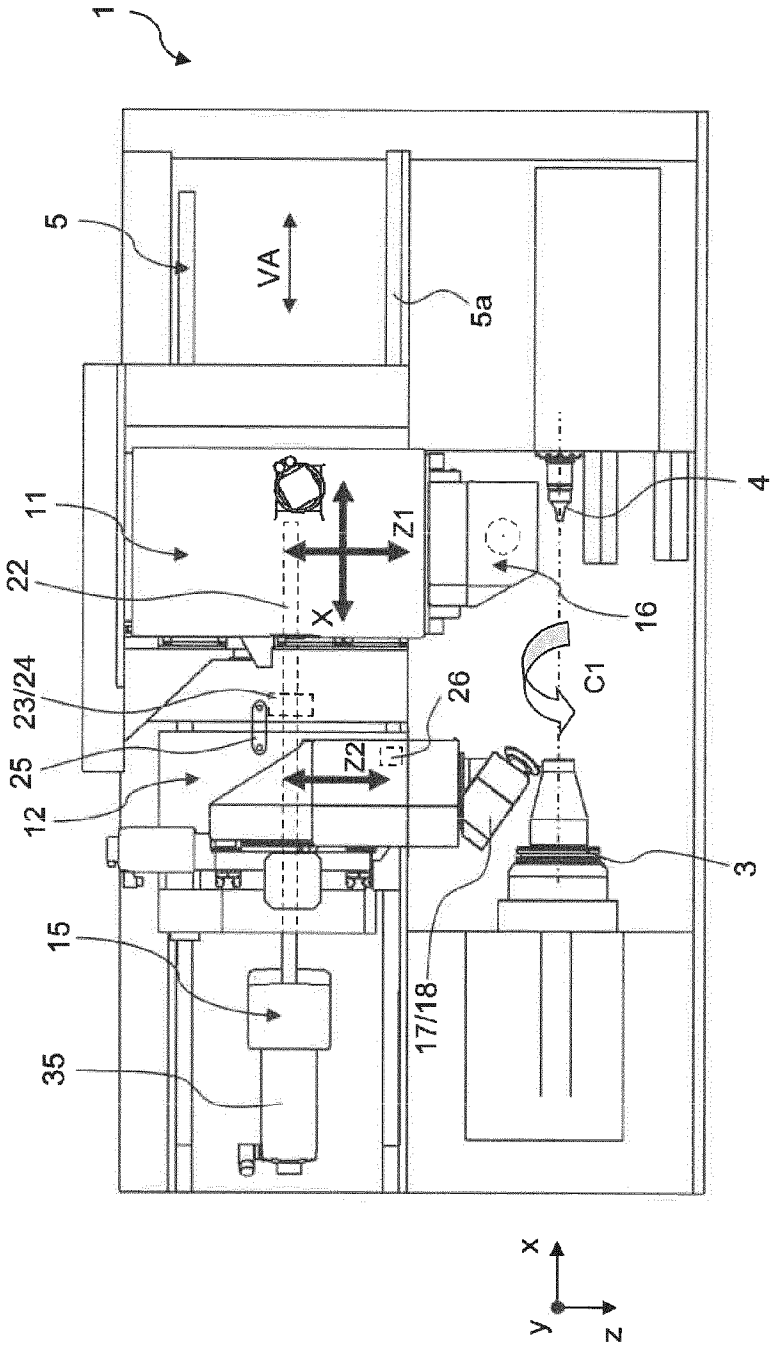


Fig. 3

Fig. 4

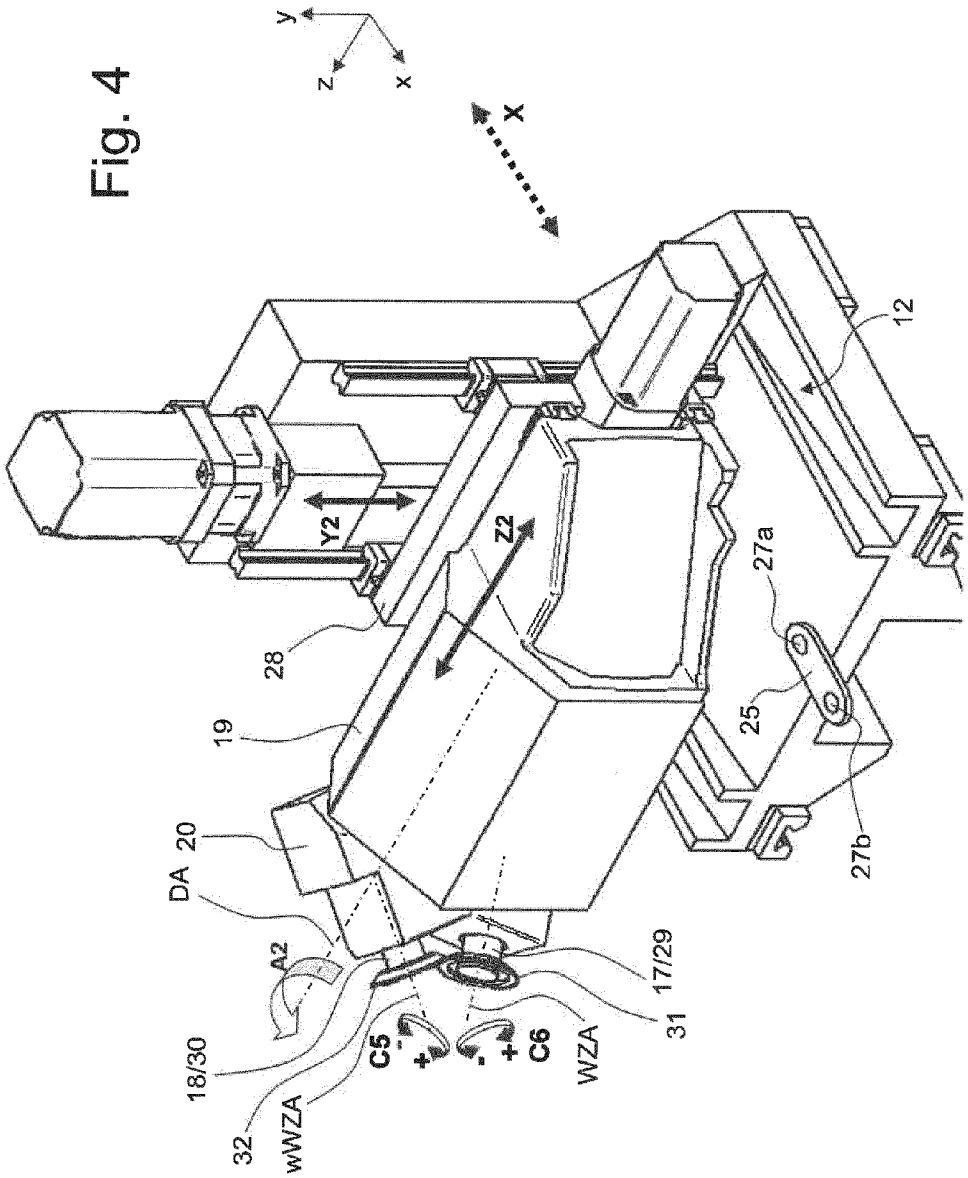

y
z
x
x
12
Y2
Z2
27a
28
25
19
27b
20
DA
A2
17/29
18/30
C5
C6
31
WZA
32
wWZA

Fig. 5b

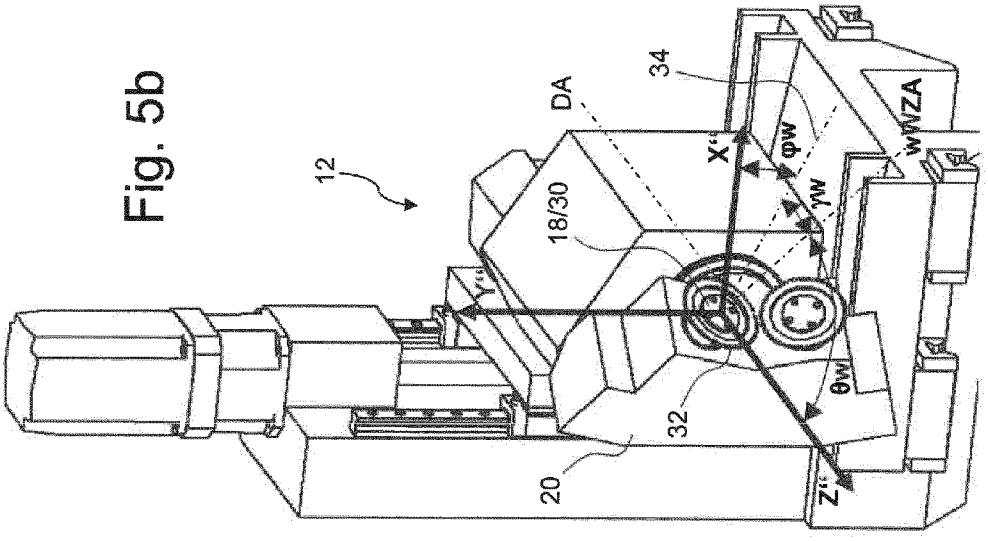
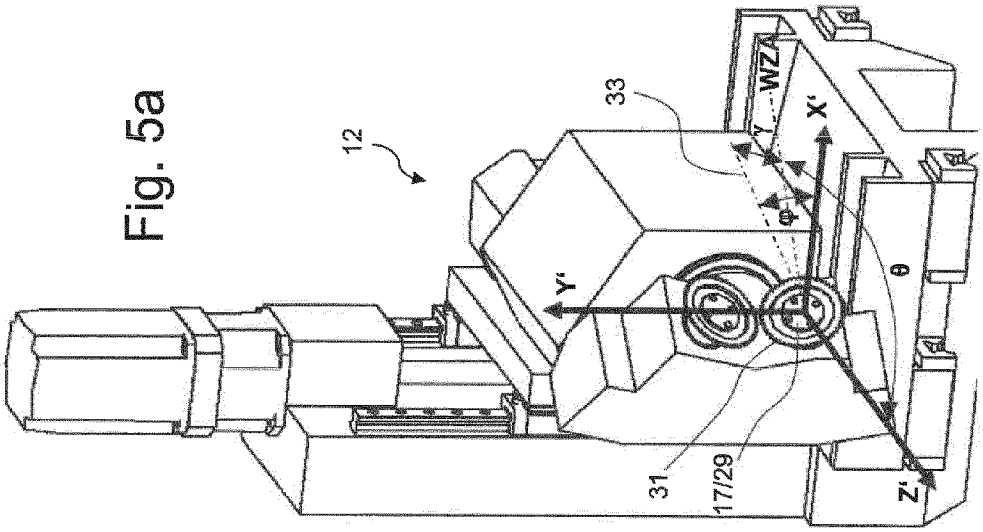


Fig. 5a



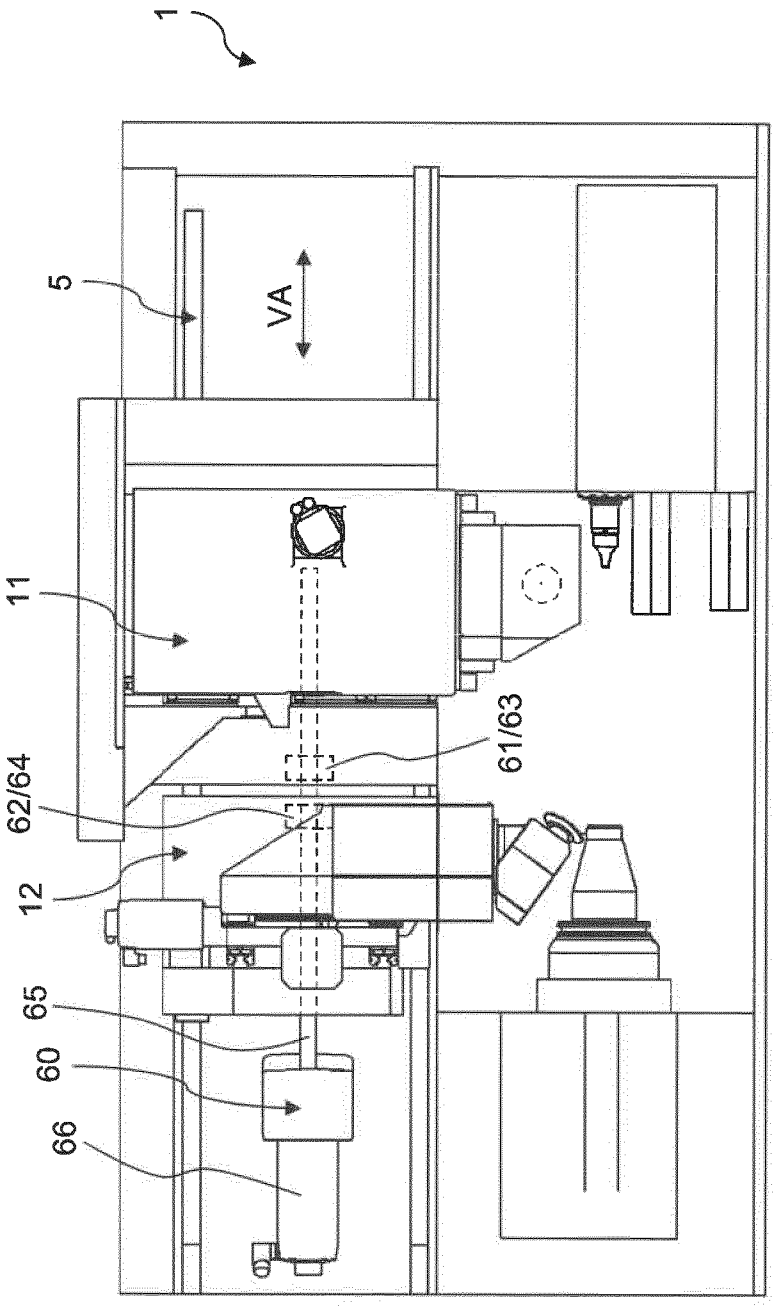


Fig. 6

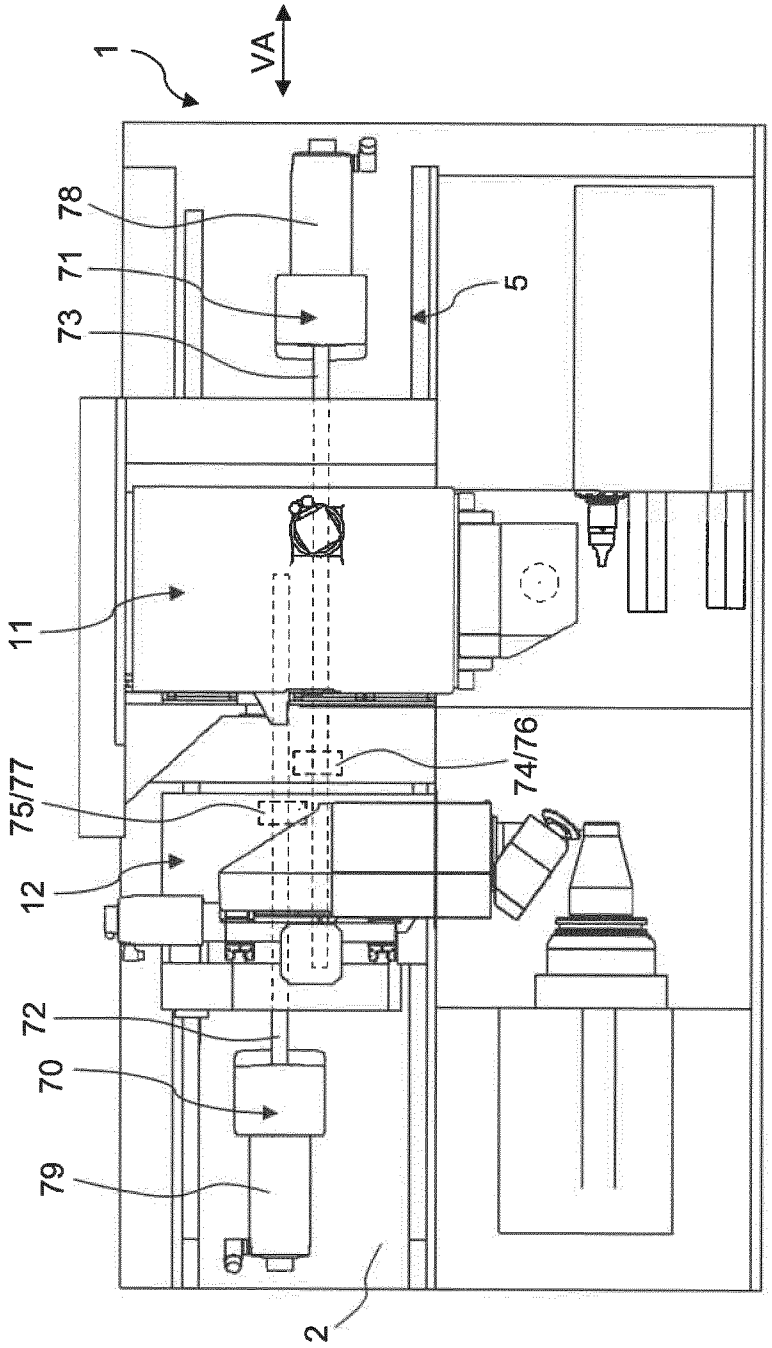


Fig. 7

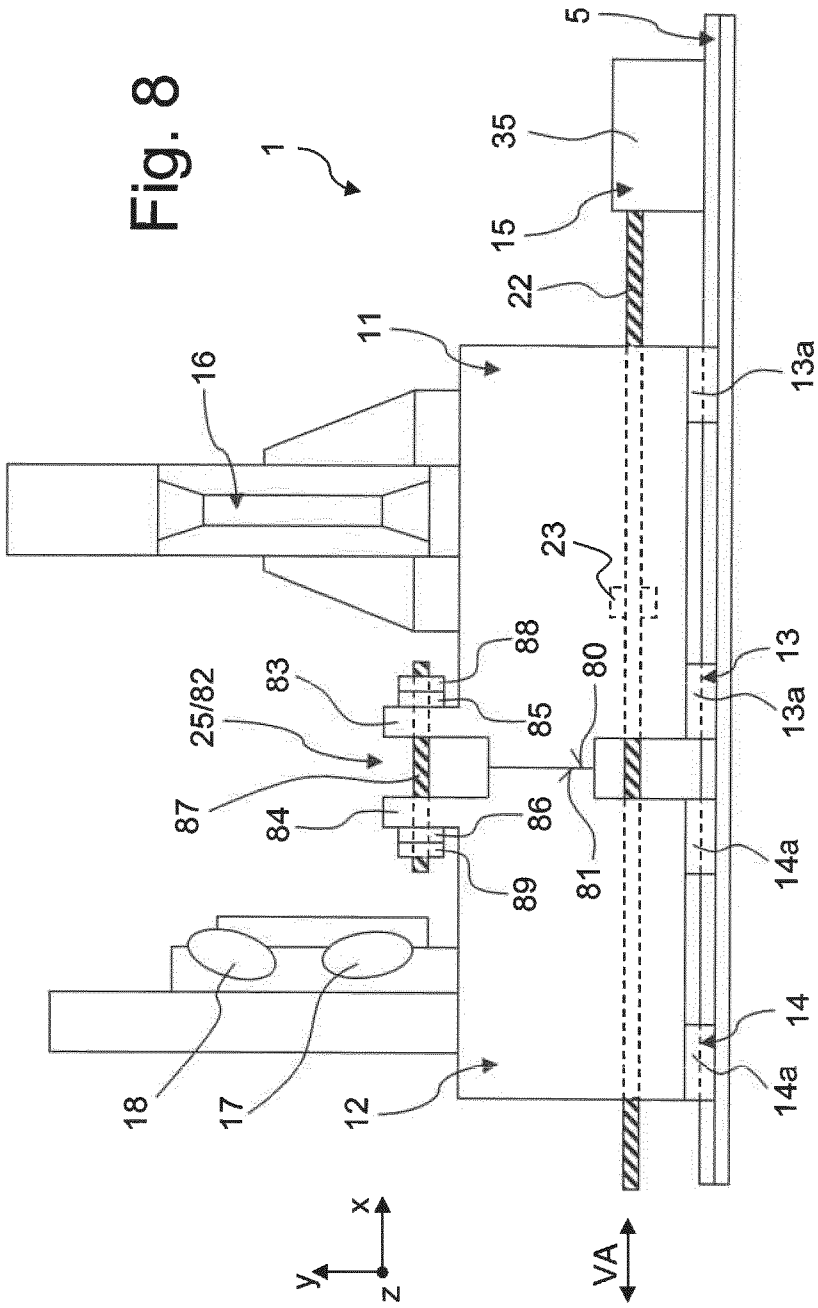


Fig. 8
1
5
35
15
22
11
16
13a
23
88
83
25/82
85
80
13
13a
87
84
86
81
14a
89
14
14a
18
17
12
x
y
z
VA