

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 298**

51 Int. Cl.:

B23Q 5/32 (2006.01)

F16H 25/20 (2006.01)

H02K 7/06 (2006.01)

B23B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015 PCT/EP2015/056021**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15140334**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015 E 15711198 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3119556**

54 Título: **Máquina-herramienta**

30 Prioridad:

20.03.2014 FR 1452350

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2018

73 Titular/es:

**AMVALOR (50.0%)
151 boulevard de l'Hôpital
75013 Paris, FR y
ADVANCED ENGINEERING & INNOVATION
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**MORARU, GEORGES y
FRANGEARD, DIDIER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 685 298 T3

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

DESCRIPCIÓN

Máquina-herramienta

5 ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención tiene relación con el ámbito de las máquinas-herramienta en particular portátiles que realizan las operaciones clásicas en el montaje aeronáutico tales como las operaciones de perforación y fresado y especialmente a las adaptaciones que permiten realizar estas operaciones en las mejores condiciones tanto desde el punto de vista ergonómico, como cualitativo y de productividad.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Una máquina de perforación portátil comprende generalmente un bastidor en el cual está montado árbol de accionamiento de una herramienta para articular alrededor de un eje de rotación y desplazarse axialmente a lo largo del eje de rotación (movimiento de avance o de penetración).

En la mayor parte de las realizaciones, la máquina comprende un motor único que asegura la motorización del movimiento de rotación y del movimiento de avance del árbol. Órganos de transmisión de relación variable, que comprenden por ejemplo engranajes o conjuntos de poleas/correas, permiten adecuar la velocidad de rotación y la velocidad de desplazamiento axial de la herramienta.

Estas máquinas de mecanizado están por lo tanto acotada a pares de velocidad de rotación y velocidad de avance cuyas relaciones están previamente definidas. Esto se puede revelar limitativo en ciertas condiciones de mecanizado para atender los comportamientos óptimos de la máquina. Además, para estas configuraciones clásicas, la masa que se tiene que poner en movimiento obliga a recurrir a motores relativamente voluminosos.

En las máquinas de mecanizado destinadas al taller, el árbol generalmente está montado únicamente para articular sobre un cabezal que está montado sobre el bastidor para deslizar a lo largo de la dirección de penetración. La estructura de estas máquinas es relativamente compleja y voluminosa.

Ciertas configuraciones de máquinas de este tipo proponen la colaboración de oscilaciones axiales a un movimiento de avance de velocidad constante, a fin de mejorar la evacuación de las virutas por una fragmentación de la viruta. Existen diversos sistemas, principalmente basados en mecanismos de generación diversos, que ponen en práctica rodamientos especiales, engranajes de relación variable en una vuelta o accionamientos piezoeléctricos. Los principios basados sobre soluciones mecánicas están caracterizados por el hecho de que la amplitud de las oscilaciones sea fija (previamente definida por la concepción) sea modificable, pero difícilmente, fuera de los procesos de mecanizado. Sea lo que sea, la frecuencia de estas oscilaciones en cuanto ella se refiere, está siempre limitada por una relación fija con relación a la velocidad de rotación (número de oscilaciones por vuelta, fijado en la concepción).

Existe igualmente en la técnica anterior el sistema descrito por el documento GB2218268 que propone un dispositivo de perforación que comprende dos motores coaxiales que accionan una broca a través de un enlace deslizante y en traslación a través de un enlace helicoidal.

Un dispositivo casi equivalente se describe en el documento US5649451 que completa un poco las enseñanzas del documento anterior para aquello que se refiere a la superposición sobre un mismo tramo de árbol de los medios para realizar un enlace deslizante y un enlace helicoidal.

Estos dispositivos son todavía sin embargo bastante poco excelentes en cuanto a los resultados prácticos.

OBJETO DE LA INVENCION

Partiendo de este estado de hecho, la solicitante ha realizado investigaciones encaminadas a proponer una máquina-herramienta, de energía eléctrica, susceptible de realizar las operaciones clásicas de perforación y fresado reagrupando los conjuntos funcionales que permite ponerlos en práctica respetando las limitaciones de volumen, de rigidez y de masa necesaria en una utilización para la realización de estas operaciones en condiciones óptimas, de preferencia en una sola pasada con el nivel de calidad comúnmente requerido por ejemplo en la industria aeronáutica.

La solicitante igualmente se ha esforzado en mejorar el dominio de las velocidades, de las aceleraciones y de los arranques de realización de las diferentes operaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

65

A este efecto, se prevé, según la invención, una máquina de mecanizado que comprende un bastidor en el cual está montado un árbol de accionamiento de una herramienta para articular alrededor de un eje de rotación y desplazarse axialmente a lo largo del eje de rotación. El árbol está unido a dos motores rotatorios a saber un primer motor unido a un órgano de engrane con un tramo acanalado del árbol para accionar el árbol al rotación y un segundo motor unido a una tuerca acoplada sobre un tramo fileteado del árbol para desplazar axialmente el árbol. El primer motor y el segundo motor son coaxiales uno al otro y están unidos a un conjunto de control unido a captadores de posición de los rotores de los motores y dispuesto para pilotar los motores de manera que generen un desplazamiento axial de velocidad constante del árbol de accionamiento y superponer a este desplazamiento axial oscilaciones axiales que tengan una amplitud y una frecuencia apropiadas para fragmentar las virutas, el conjunto de control estando dispuesto para permitir una modificación en tiempo real de la amplitud y de la frecuencia de sus oscilaciones.

Esta arquitectura mecánica acoplada a un conjunto de control unido a captadores de posición de los rotores de los motores permite determinar, en tiempo real y de modo sincronizado, la posición angular y los parámetros eléctricos de los dos motores y esto independientemente uno de lo otro. Ello permite pilotar estos dos motores de forma dependiente uno del otro, en particular para superponer, al desplazamiento axial de velocidad constante del árbol de accionamiento, oscilaciones axiales de amplitud y de frecuencia capaces de fragmentar las virutas con la posibilidad de modificar, en tiempo real durante el proceso de mecanizado, la amplitud y la frecuencia de las oscilaciones.

El conjunto de control y los captadores de posición de los rotores de los motores permiten detectar de modo independiente, y en cada instante, la posición y la velocidad de cada uno de estos dos motores y de pilotar éstos en consecuencia. La velocidad de rotación y la velocidad de desplazamiento axial son regulables independientemente una de la otra por medio de cada motor cuya disposición coaxial asegura una compacidad relativa de la máquina.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a la lectura de la descripción que sigue de modos de realización particulares no limitativos de la invención.

Se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática parcial, en corte axial, de una máquina según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 2 es una vista análoga a la figura 1 de una máquina según una variante del primer modo de realización;
- la figura 3 es una vista análoga a la figura 1 de una máquina según un segundo modo de realización de la invención.

Con referencia a las figuras, la invención se describe en este caso en la aplicación a una máquina de mecanizado de piezas y en este caso más particularmente de perforación y de fresado.

La máquina comprende un bastidor 1, que está representado parcialmente en este caso. El bastidor 1 comprende, de manera conocida en sí misma, una estructura portante para reposar sobre el suelo y una mesa sobre la cual la pieza que se va mecanizar está destinada a ser fijada por ejemplo por medio de un montaje de mecanizado.

Un árbol 2 de accionamiento de una herramienta está montada en el bastidor para tener un extremo que se extienda en la proximidad de la mesa y que está provisto de medios de fijación de la herramienta. Estos medios de fijación son conocidos en sí mismos. La herramienta por ejemplo está montada sobre un extremo del árbol de accionamiento por una unión de tornillo/tuerca.

El árbol 2 está montado para articular alrededor de un eje de rotación 3 y desplazarse axialmente a lo largo del eje de rotación 3.

El árbol 2 está unido a dos motores eléctricos rotatorios a saber un primer motor 10 para el accionamiento en rotación y un segundo motor 20 para el desplazamiento axial. Más precisamente, el motor 10 tiene un rotor solidario en rotación con un órgano de acoplamiento 11 dispuesto para estar en enlace deslizante con un tramo acanalado 2.1 del árbol 2 para el accionamiento en rotación del árbol. El órgano de acoplamiento 11 es por ejemplo un manguito acanalado interiormente. El motor 20 tiene un rotor solidario en rotación con una tuerca 21 acoplada sobre un tramo fileteado 2.2 del árbol 2 formando así un enlace helicoidal para desplazar axialmente el árbol 2 en el momento en el que se impone una velocidad relativa entre el órgano de acoplamiento 11 y la tuerca 21, es decir que se hace girar a velocidades diferentes los dos elementos. De una forma ventajosa, la herramienta siendo de una forma por lo menos parcialmente helicoidal, en este caso una broca, el enlace helicoidal y la herramienta tienen los pasos del mismo sentido.

El motor 10 y el motor 20 son coaxiales uno con el otro, lo que permite obtener una estructura más compacta que las configuraciones existentes y hacer mínimas las inercias y están unidos a por lo menos una unidad de control, simbolizada en 4, dispuesta para pilotar los motores.

Con referencia más particularmente a la figura 1 y según el primer modo de realización de la invención, el árbol está dispuesto de tal manera que el tramo acanalado 2.1 y el tramo fileteado 2.2 sean distintos y se sucedan a lo largo del eje de rotación. Los dos tramos en este caso están unidos uno al otro por un casquillo de enlace fijado a los extremos adyacentes respectivos del tramo acanalado 2.1 del tramo fileteado 2.2. La carrera de la herramienta está por lo tanto limitada a una longitud igual a la distancia entre el órgano de acoplamiento 11 y la tuerca 21, menos la longitud del casquillo de enlace.

El motor 10 y el motor 20 son coaxiales a un árbol 2 y están atravesados por éste: el motor 10 y más particularmente su rotor, se extiende alrededor de una parte del tramo acanalado 2.1 y el motor 20 y más particularmente su rotor, se extiende alrededor de una parte del tramo fileteado 2.2.

La utilización de dos motores independientes permite tener una máquina que presenta un volumen y una masa más pequeños. La máquina puede por lo tanto ser concebida para que sea portátil o incorporarla en el brazo de un robot.

La máquina comprende igualmente dos captadores de posición de los rotores de los motores 10, 20. Estos captadores son en este caso codificadores angulares, más particularmente magnéticos, compuestos de dos partes distintas, a saber un anillo magnético de alta precisión asociado a un cabezal de lectura del tipo sin contacto. Los anillos están enlazados para la rotación a los rotores de los motores y los cabezales de lectura son solidarios de los estatores. Los captadores están unidos al conjunto de control 4. Los anillos magnéticos y los cabezales de lectura son por ejemplo aquellos de las series LM y MR comercializados por la empresa RLS.

La disposición mecánica muy rígida de los árboles y de los motores con los dos captadores de posición permite interactuar con precisión y en tiempo real sobre el pilotado de los motores. A este fin, el conjunto de control pone en funcionamiento un bucle de anticipación de la trayectoria, o un bucle de contra reacción, o bien incluso los dos. El conjunto de control está dispuesto para controlar los motores 10 y 20 para adaptar, de preferencia en tiempo real, el desplazamiento axial y/o el movimiento de rotación en función de las condiciones de mecanizado. Las condiciones de mecanizado (velocidad de rotación y avance) se determinan en tiempo real y de forma permanente por la medición de las posiciones y las velocidades de los dos ejes: en caso de desfase con las consignas de mecanizado, el conjunto de control compensa en uno de los ejes o bien en los dos ejes para alcanzar las consignas de mecanizado.

El conjunto de control de forma ventajosa puede estar programado para controlar los motores 10 y 20 de manera que provoque una oscilación de la herramienta especialmente a lo largo de la dirección axial de ésta. De ello resulta la creación de vibraciones que mejoran la eficacia del perforado. El conjunto de control de forma ventajosa está dispuesto de manera que permita una modificación en tiempo real de los parámetros de las oscilaciones (amplitud y frecuencia de las oscilaciones). Según un primer ejemplo de mecanizado de una pieza de un mismo material, las condiciones de mecanizado (amplitud y frecuencia de las oscilaciones) se determinan en tiempo real y de forma permanente por la medición de las posiciones y las velocidades del árbol con relación a los dos ejes (posición y velocidad angulares, posición y velocidad lineales): en caso de desfase con las consignas de mecanizado favorables a la fragmentación de las virutas de material, el conjunto de control compensa en uno de los ejes o bien en los dos ejes para alcanzar las consignas. En un segundo ejemplo de mecanizado de una pieza constituida sucesivamente por dos materiales que tengan comportamientos diferentes en cuanto a la formación de las virutas, se querrá modificar las condiciones de mecanizado en el momento del cambio del material para continuar fragmentando las virutas. Para hacer esto, el conjunto de control cambia los parámetros de pilotado de los motores para adaptarlos lo mejor posible al material considerado. Este cambio se hace ya sea por programación teniendo en cuenta la posición lineal del árbol sobre el eje de avance (a partir de la posición de los dos ejes en tiempo real durante todo el proceso y de tener en cuenta la posición relativa de los dos materiales en la pieza que se está mecanizando) ya sea por detección y tratamiento de las corrientes de los motores (aumento o disminución del esfuerzo de corte en función de las propiedades físicas de los dos materiales) lo cual determinará el cambio de las condiciones de mecanizado.

Más precisamente, el conjunto de control está dispuesto para controlar el desplazamiento axial del árbol de accionamiento según uno por lo menos de los modos siguientes:

- desplazamiento axial a velocidad constante;
- desplazamiento axial a oscilaciones superpuestas a un valor constante.

Las oscilaciones son por ejemplo de forma sinusoidal o diferente, definida para favorecer una fragmentación de las virutas.

El conjunto de control está igualmente dispuesto para determinar parámetros eléctricos de los motores y determinar las condiciones de mecanizado a partir de estos parámetros. La determinación por ejemplo se efectúa por medición o por cálculo. Las condiciones de mecanizado por ejemplo se deducen del par proporcionado por los motores a partir de la corriente de alimentación de éste. Por lo tanto no es necesario recurrir a captadores exteriores aunque esto se puede contemplar para aumentar las funcionalidades de la máquina.

El conjunto de control está además dispuesto para determinar y comparar las velocidades de los motores: si es en el transcurso del mecanizado, entonces se controla un avance de la herramienta, los dos motores se ponen a girar a la misma velocidad, el conjunto de control señala una ruptura de la herramienta (puesto que en este caso, la herramienta no puede avanzar más).

El conjunto de control está dispuesto para determinar parámetros eléctricos de los motores y deducir la posición efectiva de la pieza que se va a mecanizar. Para hacer esto, las corrientes de los dos motores se miden y son tratadas matemáticamente en tiempo real para asociar la subida de estas corrientes a la posición axial de la herramienta de corte. En efecto, cuando la herramienta de corte encuentra la pieza que se va a mecanizar el esfuerzo resistente al movimiento de la herramienta crece y genera un aumento de la corriente necesaria de alimentación de los motores de cara a mantener el movimiento de la herramienta de corte.

Cuando la herramienta está montada sobre un extremo del árbol de accionamiento por un enlace tornillo/tuerca, el conjunto de control está dispuesto para pilotar los motores en el momento de los cambios de herramienta para asegurar el montaje o el desmontaje de la herramienta con relación al árbol de accionamiento 2.

En la variante de la figura 2, el tramo acanalado y el tramo fileteado se extienden por lo menos en parte sobre una longitud común del árbol y más precisamente en este caso sobre toda la longitud del árbol 2.

El resto de la máquina es idéntico a aquello que ha sido descrito anteriormente con relación a la figura 1.

La carrera de la herramienta está por lo tanto limitada en este caso a la longitud del árbol 2 menos la distancia entre los extremos opuestos del órgano de acoplamiento 11 y de la tuerca 21. Los elementos idénticos o análogos a aquellos anteriormente descritos llevarán la misma referencia numérica que aquéllas de la descripción que sigue del segundo modo de realización con referencia a la figura 3.

En este modo de realización, los motores 10 y 20 no son ya coaxiales al árbol 2 sino que son coaxiales uno al otro a lo largo de un eje 30 inclinado con relación al eje de rotación 2. El eje 30 en este caso es precisamente perpendicular al eje en 2 en el modo de realización particular presentado.

El rotor del motor 10 acciona un árbol de salida 12 que acciona una rueda dentada cónica 13 que engrana con una rueda dentada cónica 14 la cual es solidaria en rotación al órgano de acoplamiento 11 acoplado sobre las acanaladuras del árbol 2.

El rotor del motor 20 tiene en este caso la forma de un árbol tubular 22 que se extiende coaxialmente alrededor del árbol de salida 12. El rotor del motor 10 acciona una rueda dentada cónica 23 que engrana con una rueda dentada cónica 24 la cual es solidaria en rotación con la tuerca 21 acoplada sobre el fileteado del árbol 2.

Por supuesto, la invención no está limitada a los modos de realización descritos sino que engloba cualquier variante que entre dentro del campo de la invención tal como está definido por las reivindicaciones.

En particular, el árbol puede tener una estructura diferente de aquella descrita: el tramo fileteado y el tramo acanalado pueden estar realizados del mismo material o estar insertados uno sobre el otro.

El enlace deslizante se puede obtener por otros medios distintos de aquellos descritos y especialmente un árbol prismático recibido en desplazamiento en el interior de un alojamiento de forma complementaria realizado en el interior del elemento de acoplamiento.

El árbol puede estar unido a la herramienta de manera indirecta, en uno o en el otro de sus extremos.

Únicamente las partes de la máquina a las que concierne la invención han sido descritas: la máquina además puede comprender especialmente medios de lubricación en el centro de la herramienta, medios de cambio de herramienta, medios de carga y descarga de las piezas que se van a mecanizar...

La invención es aplicable a otro tipo de máquina de mecanizado distinto de las máquinas de perforar y por ejemplo las máquinas de fresar.

En una variante, el enlace helicoidal y la herramienta tienen los pasos en sentido contrario, de manera que se facilita la realización de un ciclo de retorno rápido de la herramienta.

Otros captadores o medios de detección distintos de aquellos mencionados pueden ser utilizados y especialmente codificadores ópticos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Máquina de mecanizado que comprende un bastidor (1) en el cual un árbol (2) de accionamiento de una herramienta está montado para articular alrededor de un eje de rotación (3) y desplazarse axialmente a lo largo del eje de rotación, el árbol (2) estando unido a dos motores rotatorios (10; 20) a saber un primer motor (10) unido a un órgano de acoplamiento (11) en enlace deslizante con un primer tramo (2.1) del árbol para accionar el árbol en rotación y un segundo motor (20) unido a una tuerca (21) en enlace helicoidal con un segundo tramo (2.2) del árbol para desplazar axialmente el árbol, el primer motor (10) y el segundo motor (13) siendo coaxiales uno al otro y unidos a un conjunto de control (4), la máquina de mecanizado estando caracterizada por que el conjunto de control está unido a captadores de posición de los rotores de los motores y dispuesto para pilotar los motores de manera que genera un desplazamiento axial de velocidad constante del árbol de accionamiento y superponer a este desplazamiento axial oscilaciones axiales que tengan una amplitud y una frecuencia apropiadas para fragmentar las virutas, el conjunto de control estando dispuesto para permitir una modificación en tiempo real de la amplitud y la frecuencia de sus oscilaciones.
- 10 2. Máquina según la reivindicación 1 en la cual las oscilaciones tienen una forma de onda sinusoidal o trapezoidal o en dientes de sierra.
- 15 3. Máquina según la reivindicación 1 en la cual el conjunto de control (4) está dispuesto para determinar parámetros eléctricos de los motores (10; 20) y determinar las condiciones de mecanizado a partir de estos parámetros.
- 20 4. Máquina según la reivindicación 1 en la cual el conjunto de control (4) está dispuesto para determinar parámetros eléctricos de los motores (10; 20) y deducir la posición efectiva de la pieza que se va a mecanizar.
- 25 5. Máquina según la reivindicación 1 en la cual el conjunto de control (4) está dispuesto para determinar y comparar las velocidades de los motores (10; 20) para detectar un fallo de la máquina o de la herramienta de corte.
- 30 6. Máquina según la reivindicación 1 en la cual la herramienta siendo de una forma por lo menos parcialmente helicoidal, el enlace helicoidal y la herramienta tienen pasos de sentido contrario, de manera que se facilita la realización de un ciclo de retorno rápido de la herramienta.
- 35 7. Máquina según la reivindicación 1 en la cual el conjunto de control (4) está dispuesto para modificar las oscilaciones en función de las condiciones de mecanizado determinadas en tiempo real y de forma permanente por la medición de las posiciones y las velocidades del árbol (2) con relación a los dos ejes: en caso de desfase con las consignas previamente determinadas de mecanizado favorables a la fragmentación de las virutas, el conjunto de control pilota los motores para compensar el desfase.
- 40 8. Máquina según la reivindicación 1 para el mecanizado de una pieza constituida sucesivamente por dos materiales que tienen comportamientos diferentes tratándose de la formación de las virutas, en la cual el conjunto de control (4) está dispuesto para modificar las oscilaciones en el momento del cambio de material para continuar fragmentando las virutas cambiando los parámetros de pilotado de los motores para adaptarlos lo mejor posible al material mecanizado.
- 45 9. Máquina según la reivindicación 1 en la cual el cambio se hace por programación teniendo en cuenta la posición del árbol (2) con relación a los dos ejes y la posición relativa de los dos materiales en la pieza que se va a mecanizar.
- 50 10. Máquina según la reivindicación 1 en la cual el cambio se hace por detección y tratamiento de las corrientes de los motores para provocar el cambio de los parámetros de pilotado en función de un aumento o disminución de las corrientes de los motores representativas de un aumento o una disminución del esfuerzo de corte.

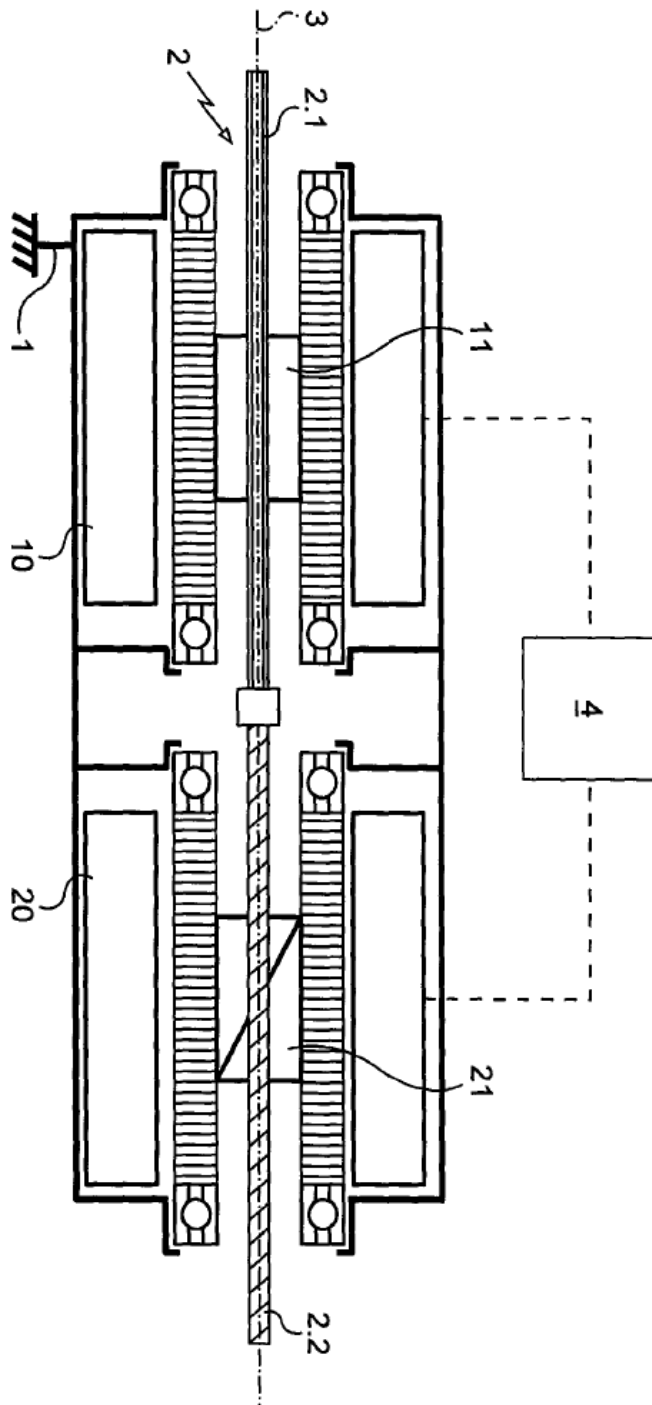


Fig. 1

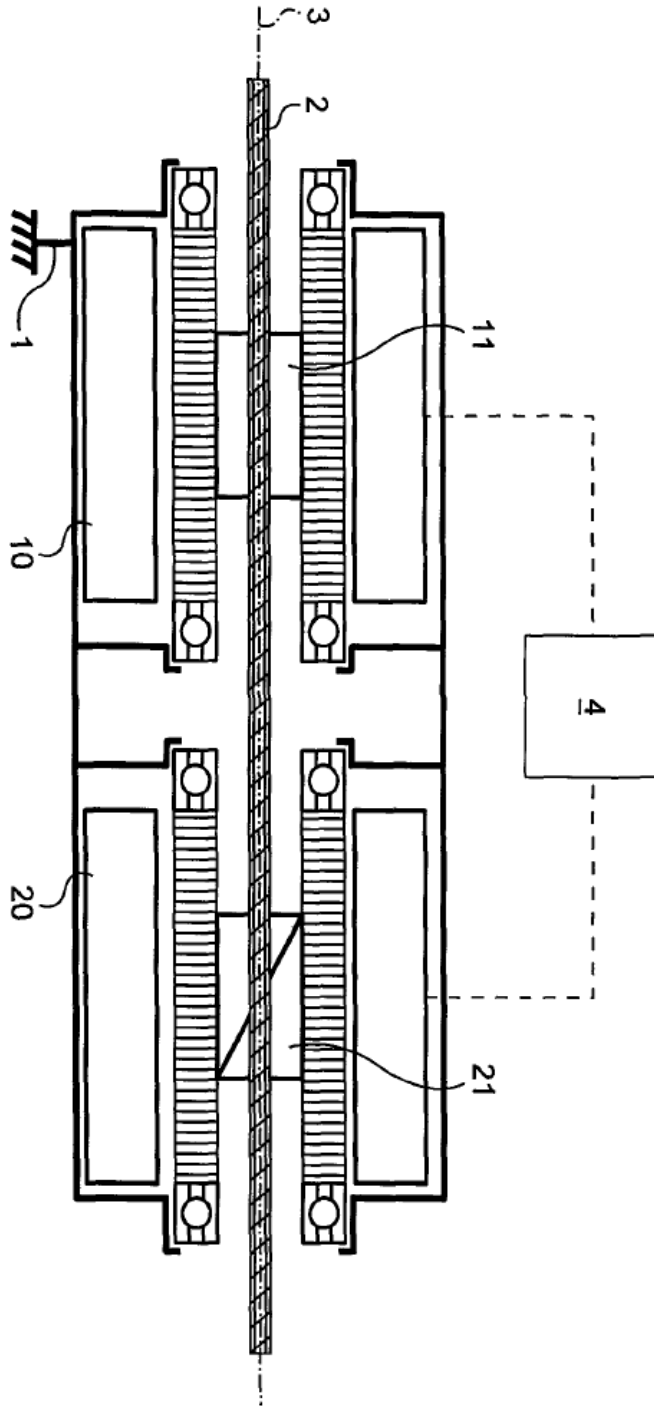


Fig. 2

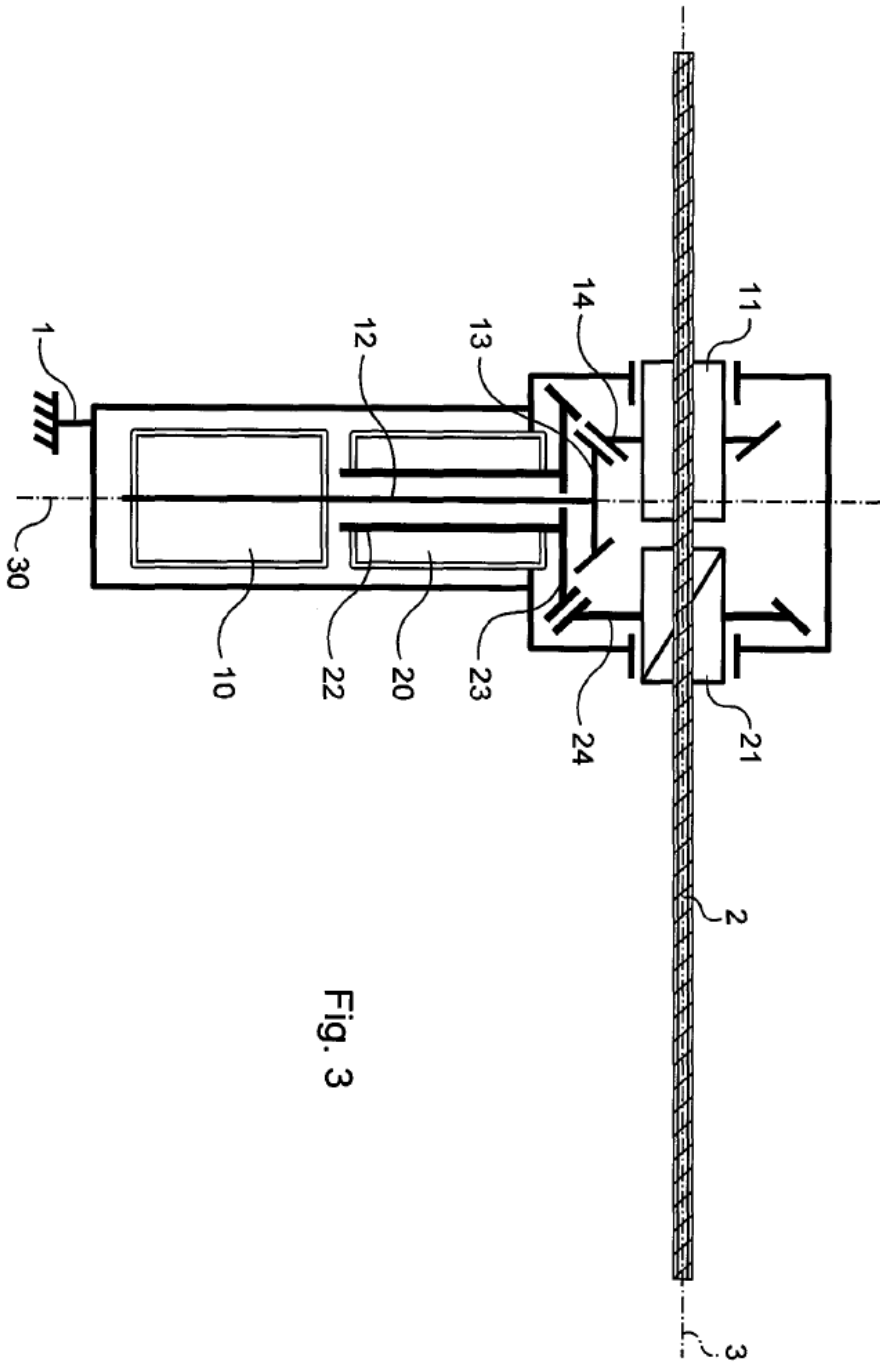


Fig. 3