(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 391 787**

(51) Int. Cl.:
B07B 1/42 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07016980 .0**
(96) Fecha de presentación: **30.08.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1897627**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2008**

(54) Título: **Máquina de cribado, en particular máquina específica de cribado por resonancia para mezclas difíciles de separar, tales como mezclas de crudo y arena**

(30) Prioridad:
07.09.2006 DE 102006041989

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2012

(73) Titular/es:
PAUL GMBH & CO. KG (100.0%)
INDUSTRIEGEBIET WEST
36396 STEINAU, DE

(72) Inventor/es:
NABERG, RALPH y
ZÖLLNER, UDO ARTUR

(74) Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 391 787 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 de cribado, en particular máquina específica de cribado por resonancia para mezclas difíciles de separar, tales como mezclas de crudo y arena

La invención se refiere a una máquina específica de cribado por resonancia para mezclas difíciles de separar, tales como mezclas de arena y crudo.

Mediante el ejemplo de las citadas mezclas de arena y crudo se explican mejor los antecedentes de la invención. En las capas geológicas con elevada proporción de arena se produce en el curso de la extracción de petróleo una cantidad no despreciable de fangos de petróleo, que está mezclada con una elevada proporción de arena. Para poder aprovechar también el crudo contenido en estos fangos de petróleo, es necesario separar la arena fina del fango de petróleo, de forma que como resultado de este proceso de separación se disponga de un petróleo crudo en gran medida exento de arena.

La separación de esta clase de mezclas de arena y curdo de alta viscosidad tiene lugar con máquinas de cribado conocidas, cuya aceleración de cribado alcanza como máximo 6,35 g. Esta clase de máquinas de cribado presentan por lo general una caja de criba como masa vibratoria, que va apoyada de forma vibratoria respecto al fondo de colocación, por medio de unos muelles amortiguadores. La vibración de la criba se consigue mediante unos motores desequilibrados embridados a la caja de criba.

Para la separación fina es especialmente necesaria una aceleración de criba elevada, designada también como índice característico de la criba K_v, donde las partículas de poca masa que debido a la vibración de la criba son lanzadas hacia arriba, al volver a caer en dirección hacia el fondo de la criba que se les acerca son introducidas a presión a través de los orificios de separación de la criba. Cuanto mayor sea índice característico de la criba K_v tanto mayor es la capacidad específica de penetración a presión, es decir que la capacidad de cribado aumenta proporcionalmente al factor K_v por área de cribado.

Para efectuar la separación de las arenas del fango de petróleo no se habían alcanzado hasta la fecha valores satisfactorios, lo cual en opinión de los especialistas se debe achacar en primer lugar al índice característico de la criba. El índice característico de la criba máximo alcanzado que se conozca se encuentra tal como ya se ha mencionado, en un valor máximo de 6,35 g, lo cual es demasiado bajo para las citadas mezclas de arena y crudo.

Como es sabido, la aceleración de la criba o el índice característico de la criba de una máquina de cribado debe estar diseñado de tal modo que el campo medio del ángulo de giro de cribado está aproximadamente en 360º o en unos múltiplos enteros de este valor. Esto es necesario para que las partículas buenas que van cayendo incidan sobre el fondo de la criba en el instante en que este haya alcanzado su velocidad opuesta máxima hacia arriba. Debido a que en este caso también es máxima la velocidad de incidencia entre las partículas y el fondo de la criba se logra un alto grado de separación incluso de partículas sólidas muy finas, por ejemplo también desde medios de alta viscosidad.

Un incremento del índice característico de la criba por encima del valor alcanzado en las máquinas de cribado actualmente usuales, de 6,35 g correspondiente a 2 x 360º = 720º, solamente tiene sentido si se alcanza el siguiente campo de ángulo de giro de cribado de 3 x 360º = 1080º. El correspondiente índice característico de la criba es de K_v=9,5. Todos los valores K_v situados entremedias solamente permiten alcanzar unas capacidades de cribado reducidas.

Por el documento US 2,353,492 A se conoce un dispositivo de cribado en el que una caja de cribado está colgada por medio de unos muelles helicoidales de un bastidor de apoyo básico, al cual se le imparten vibraciones mediante un dispositivo de excéntrica. El marco de apoyo básico a su vez está suspendido también por medio de muelles helicoidales de un cimiento a modo de cubierta. Esta publicación muestra esquemáticamente también la reversión cinemática en la que la caja del cribado y el bastidor de apoyo básico están apoyados sobre una cimentación unidos entre sí por medio de muelles helicoidales.

El documento DE 628 949 Z muestra una criba vibratoria en la que una caja de cribado y un bastidor de apoyo apto para vibrar están apoyados de forma vibratoria en una cimentación a través de unas estructuras a modo de resortes de lámina. La caja de cribado y el bastidor de apoyo están unidos de modo suelto entre sí a través de un acoplamiento semejante a muelles helicoidales, y donde por medio de un accionamiento de excéntrica aplicado al bastidor de apoyo se les puede impartir vibraciones.

El documento US 3,032,175 A da a conocer finalmente un transportador de canaleta por vibración, donde una canaleta vibratoria está acoplada con un bastidor de apoyo básico de forma oscilante a través de unos conjuntos de muelles dobles a base de muelles helicoidales dispuestos cabeza contra cabeza. Este bastidor está dotado de motores desequilibrados y también esta apoyado de forma vibratoria sobre una cimentación a través de unas patas de muelles helicoidales.

Partiendo de la problemática descrita inicialmente que presentan las máquinas de cribado convencionales, la invención se basa en el objetivo de perfeccionar una máquina de cribado en su diseño básico de tal modo que se pueda conseguir un aumento notable del índice característico de la criba hasta alcanzar un campo de K_v = 9,5 g.

Este objetivo se resuelve por la forma de construcción de la máquina de cribado descrita en la reivindicación 1, que comprende

- un bastidor de apoyo básico apoyado respecto al suelo de colocación de modo vibratorio por medio de muelles vibradores, como masa vibratoria contraria,

- varios paquetes de muelles acumuladores de energía apoyados en el bastidor de apoyo básico en posición inclinada en forma de un conjunto de dobles muelles helicoidales, que soportan una caja de cribado como masa vibratoria, y

- varios motores desequilibrados embridados en el bastidor de apoyo así como que imparten una vibración de cribado controlada con un valor K_v efectivo de 9,5 g al bastidor de apoyo básico, y a través de los paquetes de muelles acumuladores de energía, a la caja de cribado, estando compuestos los paquetes de muelles acumuladores de energía cada uno por un conjunto de muelles dobles a base de muelles helicoidales alineados por parejas de forma coaxial cabeza contra cabeza, con sus extremos alejados entre sí apoyados cada uno firmemente en el bastidor de apoyo básico, estando la caja de cribado amarrada respectivamente con un apoyo fijo en la caja entre las cabezas correspondientes por parejas de los muelles helicoidales que se encuentran pretensados.

Con este diseño, la invención abandona la idea practicada hasta la fecha de la aceleración directa de la caja de cribado por su apoyo vibratorio respecto al suelo de colocación y los motores desequilibrados aplicados directamente en este. Además, para la transmisión de la energía entre los elementos que intervienen en la vibración se emplean muelles acumuladores de energía que ya no presentan las limitaciones mecánicas de los topes, elementos de conducción y brazos conductores entre los elementos que intervienen en la vibración tal como sucede por ejemplo en el documento DE 11 877 897 A o en el DE 68 11 940 U. Este era el motivo por el que las máquinas de cribado conformes al estado de la técnica estuvieran limitadas a un valor K_v de aprox. 5g a 6g. El planteamiento de la solución conforme a la invención prevé en cambio la combinación de dos masas vibratorias, que son la masa vibratoria propiamente dicha en forma de la caja de cribado y una masa vibratoria contraria en forma del bastidor de apoyo básico, que está apoyado respecto al suelo de colocación de modo vibratorio a través de unos muelles amortiguadores. La idea básica de esta disposición es acelerar el bastidor de apoyo básico como masa excitadora aproximadamente a 3g, y aumentar en combinación con los paquetes de muelles acumuladores de energía la aceleración de la caja de cribado, debido a su vibración de cribado dirigida, a un campo absoluto de 10g. Debido a la inclinación del ángulo de vibración que actúa sobre el fondo de cribado, esta aceleración se descompone en un valor K_v de aprox. 9,5g. Como muelles acumuladores de energía se emplean para ello unos conjuntos de dobles muelles helicoidales, que pueden trabajar de modo especialmente eficaz en cuanto a la energía ya que son pobres en vibraciones y pueden trabajar con unas fuerzas muy superiores. Este efecto se intensifica drásticamente gracias a la tensión inicial de los muelles helicoidales.

En las reivindicaciones dependientes se describen perfeccionamientos preferentes de la máquina de cribado, en particular en su aspecto de diseño. Para explicar sus características, detalles y ventajas se remite a la siguiente descripción en la que se explica con mayor detalle un ejemplo de realización del objeto de la invención, sirviéndose de los dibujos adjuntos. Estos muestran:

la fig. 1	una representación de principio de las relaciones entre los ángulos de giro de cribado críticos y el índice característico de cribado K_v,
la fig. 2	una vista en perspectiva de una máquina de cribado, así como
las fig. 3 a 5	una vista lateral, en planta y frontal de la máquina de cribado según la fig. 2.

En la fig. 1 se ha indicado con una línea de trazos y puntos el fondo de cribado de una máquina de cribado, que realiza una vibración senoidal representada por la línea continua. La velocidad máxima del fondo de criba en dirección vertical se encuentra durante el paso por cero de la vibración de cribado. Desde el punto de vista de la técnica de cribado solamente tiene sentido el paso por cero orientado hacia arriba. En la fig. 1 está representada con línea de trazos la parábola de lanzamiento de las partículas x para índices característicos de cribado crecientes con los valores de 3,2 g; 6,35 g y 9,5 g. El alcance de lanzamiento depende de la aceleración real de la máquina K y del ángulo de lanzamiento α así como de la inclinación de la criba β. Estos tres valores se relacionan entre sí de acuerdo con la fórmula conocida:

$$K_v = [K \text{ sen } (\alpha+\beta]/\cos \beta.$$

Tal como se ha mencionado anteriormente, a un ángulo de giro de cribado R^{o}_{C} =1080 le corresponde un índice característico de cribado K_v = 9,5 g.

La máquina de cribado representada en las fig. 2 a 5 presenta la propiedad básica de diseño de alcanzar un índice característico de cribado tan alto. Para ello presenta como elementos de diseño básicos un bastidor base 1, unos muelles amortiguadores 2, un bastidor de apoyo básico 3, una caja de cribado 20, unos motores desequilibrados 6 así como un paquete de muelles acumuladores de energía 5 situados en el marco de apoyo básico 3 y la caja de cribado 4.

Los muelles amortiguadores 2, que con relación a la fig. 2 quedan en la parte trasera, están apoyados por medio de una pata 7 sobre el travesaño trasero 8 del bastidor base 1. Sobre el travesaño delantero 8' del bastidor base se levanta un puente de soporte dispuesto verticalmente por encima, en cuyo travesaño horizontal 10 está situado un accionamiento 11 de émbolo y cilindro de acción vertical. En el vástago de émbolo 12 de este accionamiento va suspendido un bastidor elevador 13 de altura regulable, en cuyo travesaño inferior 14 se apoyan los dos muelles amortiguadores delanteros 2 del apoyo base 3.

El bastidor de apoyo base 3 propiamente dicho está formado esencialmente por dos laterales puestos de canto que forman los lados longitudinales 16, 17 y dos laterales que unen aquellos en dirección transversal y que forman los lados transversales 18, 19. A través del hueco del bastidor del arco de apoyo base 3 rodeado de este modo puede caer hacia abajo el producto de cribado fino que pasa a través del fondo de cribado 20 de la caja de cribado 4, desde donde se puede retirar por medio de un mecanismo de transporte que aquí no está representado con mayor detalle.

La caja de cribado 4, cuya planta se corresponde esencialmente con el marco de apoyo base 3, está limitada en los lados longitudinales 21, 22 y en el lado transversal 23 que en la fig. 2 queda en la parte posterior, por unos laterales dispuestos de canto. En el lado transversal delantero 24, la caja de cribado 4 está abierta, de modo que allí se puede retirar del fondo de cribado 20 el material de cribado grueso que no ha atravesado el fondo del cribado 20. El fondo de cribado 20 propiamente dicho está formado por unos elementos de cribado 25 alineados entre sí y decalados de forma escalonada, cuyas redes que no están representadas con mayor detalle presentan una luz de mallas de por ejemplo 5 µm, tal como se requieren para efectuar la separación de arena fina del fango de petróleo.

Tal como se puede ver especialmente bien por las figuras 2 y 3, la caja de cribado 4 va fijada en el bastidor de apoyo base respectivamente a través de ocho paquetes de muelles acumuladores de energía 5 que están distribuidos a lo largo de sus lados longitudinales 21, 22, con una separación vertical que permite realizar la vibración de cribado. Estos paquetes de muelles acumuladores de energía 5 están formados respectivamente por un conjunto de dobles muelles compuesto de muelles helicoidales 26, 27 alineados entre sí cabeza 29 contra cabeza 30, coaxiales por parejas, estando amarrada la caja de cribado 4 respectivamente con un apoyo 28 fijo en la caja entre las cabezas 29, 30 de los muelles helicoidales 26, 27 dispuestos por parejas. Para ello cada apoyo 28 está formado por una consola de apoyo 31 con una brida de apoyo de amarre 32 que sobresale lateralmente de la caja de cribado.

Los muelles helicoidales 26, 27 se encuentran para esto sometidos a una tensión inicial que permite aumentar la amplitud de las vibraciones de la caja de cribado 4 al triple en comparación con el bastidor de apoyo base 3. De este modo se puede alcanzar el elevado valor K_v deseado de 9,5 g.

Para efectuar la unión de los muelles helicoidales 26, 27 al bastidor de apoyo base 3, este último presenta unas consolas de apoyo 33 situadas en sus lados longitudinales 16, 17 y que sobresalen lateralmente, sobre las cuales descansan respectivamente los muelles helicoidales inferiores 26. De las consolas de apoyo 33 sobresale hacia arriba una barra de sujeción 34 acoplada rígidamente a ellas y que en la fig. 3 está indicada con línea de trazos, en cuyo extremo superior va colocado un soporte opuesto 35 a modo de tapa. La barra de sujeción 34 atraviesa la brida de apoyo de amarre 32 de la consola de apoyo 31 de la caja de cribado 4, con una holgura lateral.

El muelle helicoidal superior 26 de cada uno de los paquetes de muelles acumuladores de energía 5 va amarrado entre esta brida de apoyo de amarre 32 y el soporte contrario 35.

Los motores desequilibrados 6 embridados en los dos lados longitudinales 16, 17 del bastidor de apoyo base 3 y que sobresalen hacia el exterior, le imparten durante el funcionamiento de la máquina de cribado al bastidor de apoyo base 3 una vibración base con un índice característico de cribado de aprox. 3 g. La energía cinética del bastidor de apoyo base 3 se transmite a los paquetes de muelles acumuladores de energía 5, que a su vez imparten a la caja de cribado 4 una energía de vibraciones más aumentada, con una vibración de cribado con el deseado valor de 10 g. El bastidor de apoyo base 3 actúa como masa vibratoria contraria para la caja de cribado 4 que actúa como masa vibratoria. Mediante un diseño de las constantes elásticas de los muelles helicoidales 26, 27 ajustados a las respectivas masas de la caja de cribado 4 y del bastidor de apoyo base 3, y de los muelles amortiguadores 2, se optimiza el comportamiento de cribado deseado.

Tal como se ve claramente por la fig. 3, los paquetes de muelles acumuladores de energía 5 forman con su dirección elástica 36 un pequeño ángulo agudo α que puede tener un valor óptimo de aprox. 20º respecto a la vertical, y que define el ángulo de lanzamiento de la caja de cribado 4. La línea tope de los motores desequilibrados 6 tiene para ello una orientación en el mismo sentido que los paquetes de muelles 5. Gracias al bastidor elevador 13 de altura regulable se puede ajustar el ángulo de inclinación de la criba como tal.

REIVINDICACIONES

1. Máquina de cribado por resonancia, específica para mezclas de difícil separación tales como mezclas de arena y crudo, comprendiendo

- un bastidor de apoyo base (3) apoyado de modo vibratorio a través de los muelles amortiguadores (2) respecto al suelo de instalación, de orientación esencialmente horizontal, como masa vibratoria contraria,

- varios paquetes de muelles acumuladores de energía (5) apoyados inclinados en el bastidor de apoyo base (3), cada uno en forma de un conjunto de dobles muelles helicoidales, que soportan una caja de cribado (4) como masa vibratoria, y

- varios motores desequilibrados (6) embridados en el bastidor de apoyo base (3), que imparten una vibración de cribado orientada al bastidor de apoyo base (3) y a través de los paquetes de muelles acumuladores de energía (5) a la caja de cribado (4), estando formados los paquetes de muelles acumuladores de energía (5) cada uno por un conjunto de muelles dobles compuesto por unos muelles helicoidales (26, 27) dispuestos coaxiales por parejas cabeza contra cabeza, con sus extremos alejados entre sí apoyados cada uno firmemente en el bastidor de apoyo base (3), estando amarrada la caja de cribado (4) respectivamente con un apoyo (28) fijo en la caja, entre las cabezas (29, 30) dispuestas por parejas de los muelles helicoidales (26, 27) situados de este modo sometidos a una tensión inicial, de forma que se pueda alcanzar una vibración de cribado dirigida con un valor K_v efectivo de aprox. 9,5 g.

2. Máquina de cribado según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los muelles amortiguadores (2) están situados respectivamente en los extremos de los lados longitudinales (16, 17) del bastidor de apoyo base (3).

3. Máquina de cribado según la reivindicación 2, **caracterizada porque** los muelles amortiguadores (2) situados en los extremos longitudinales opuestos entre sí de dos lados longitudinales (16, 17) tienen un apoyo de altura regulable.

4. Máquina de cribado según la reivindicación 3, **caracterizada porque** la regulación de la altura está formada por un bastidor elevador (13) que soporta los muelles amortiguadores.

5. Máquina de cribado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** estar dispuesta una pluralidad de paquetes de muelles acumuladores de energía (5) a lo largo de los lados longitudinales de ambos lados (16, 17; 21, 22) del bastidor de apoyo base (3) y de la caja de cribado (4).

6. Máquina de cribado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los paquetes de muelles acumuladores de energía (5) están situados cada uno con su dirección elástica formando un pequeño ángulo agudo (α) de unos 20º, inclinados respecto a la vertical.

7. Máquina de cribado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los apoyos (28) para la caja de cribado (4) amarrados entre los muelles helicoidales (26, 27) están formados cada uno por una consola de apoyo (31) con una brida de apoyo de amarre (32) que sobresale de la caja de cribado (4).

8. Máquina de cribado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el apoyo de los dos muelles helicoidales (26, 27) de un paquete de muelles acumuladores de energía (5) en el bastidor de apoyo base (3) por un lado está formado por la consola de apoyo (33), el bastidor de apoyo base (3) y por el otro lado por un soporte contrario (35) que está acoplado rígidamente a la consola de apoyo (33) por medio de una barra de sujeción (34) que transcurre a través del espacio interior de los muelles helicoidales (26, 27).

9. Máquina de cribado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** respectivamente una pareja de motores desequilibrados (6) está situado en cada costado longitudinal (16, 17) del bastidor de apoyo base, en la dirección de vibración.

10. Máquina de cribado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los motores desequilibrados (6) están situados con su línea de empuje respectivamente paralela a la orientación de los paquetes de muelles acumuladores de energía (5).

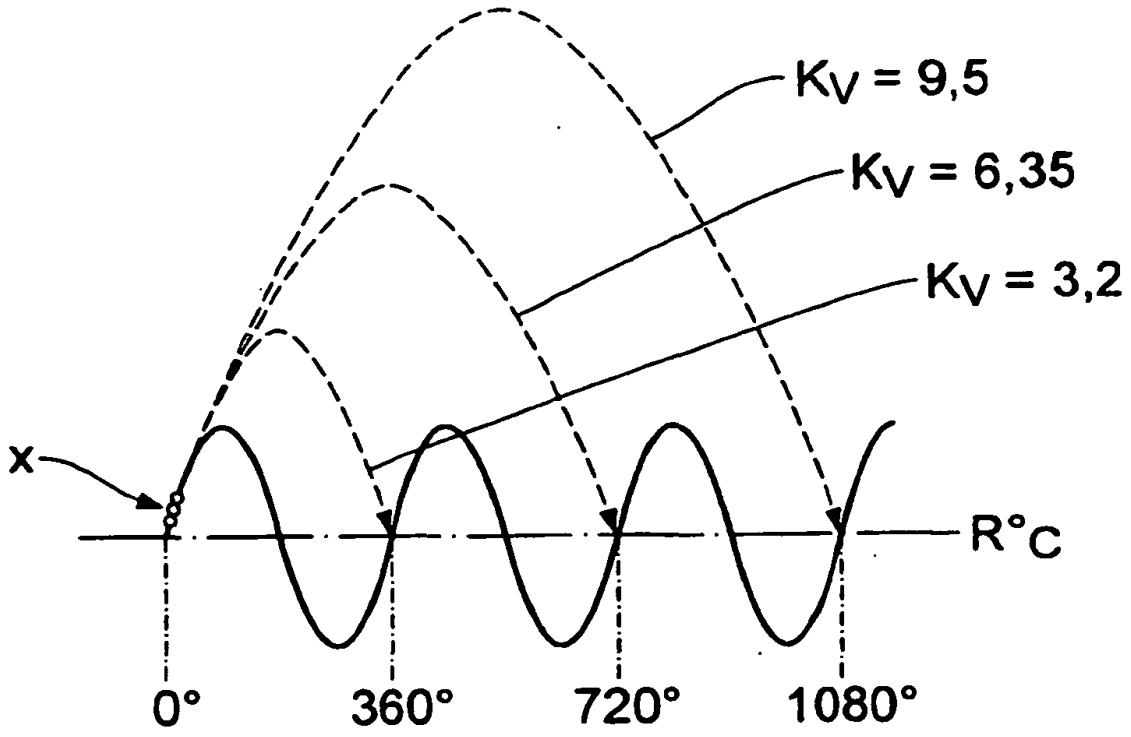

Fig.1

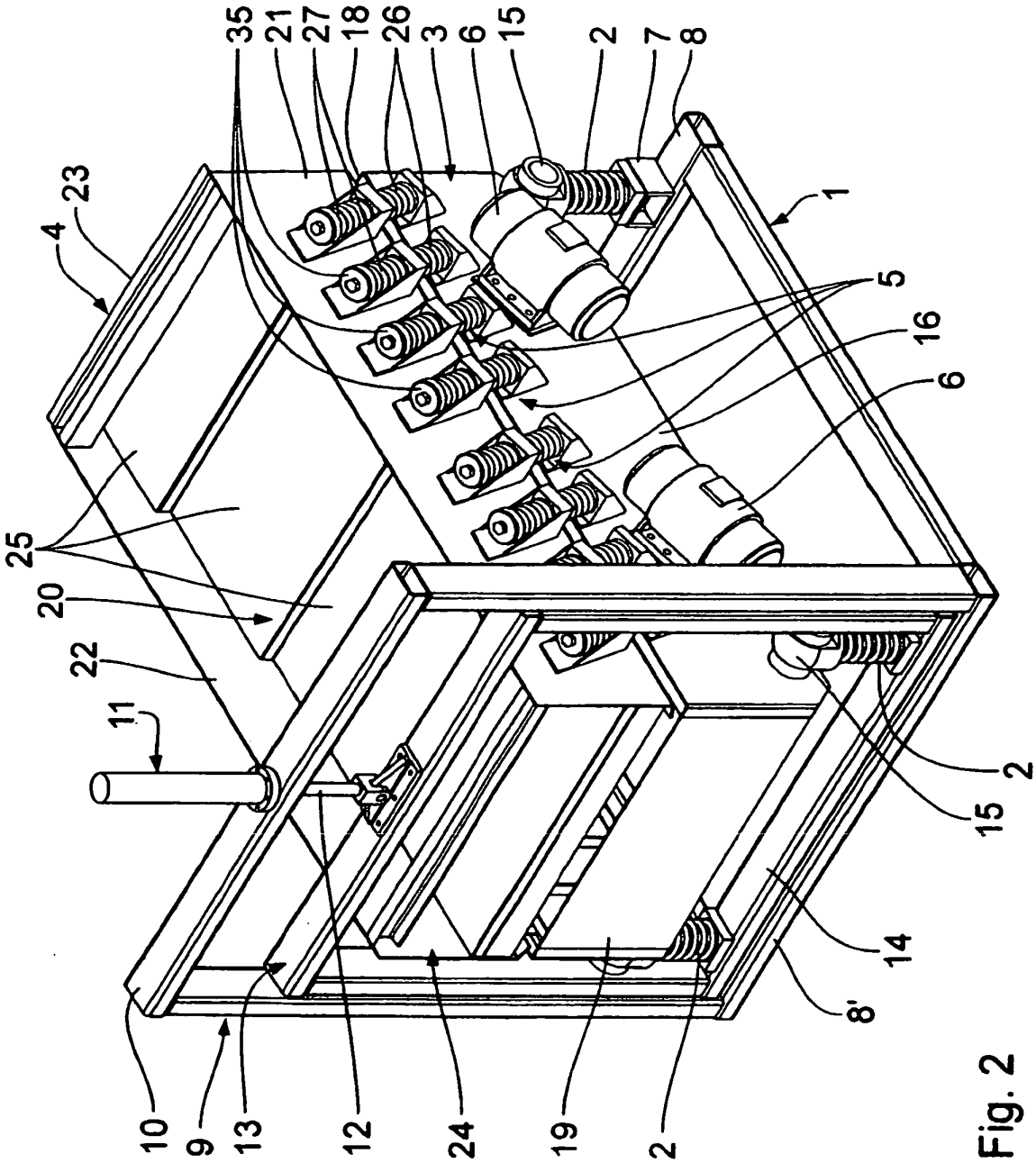
35
21
27
18
26
3
6
15
2
7
8
1
23
4
5
16
6
25
20
22
11
2
15
14
8'
10
9
13
12
24
19
2

Fig. 2

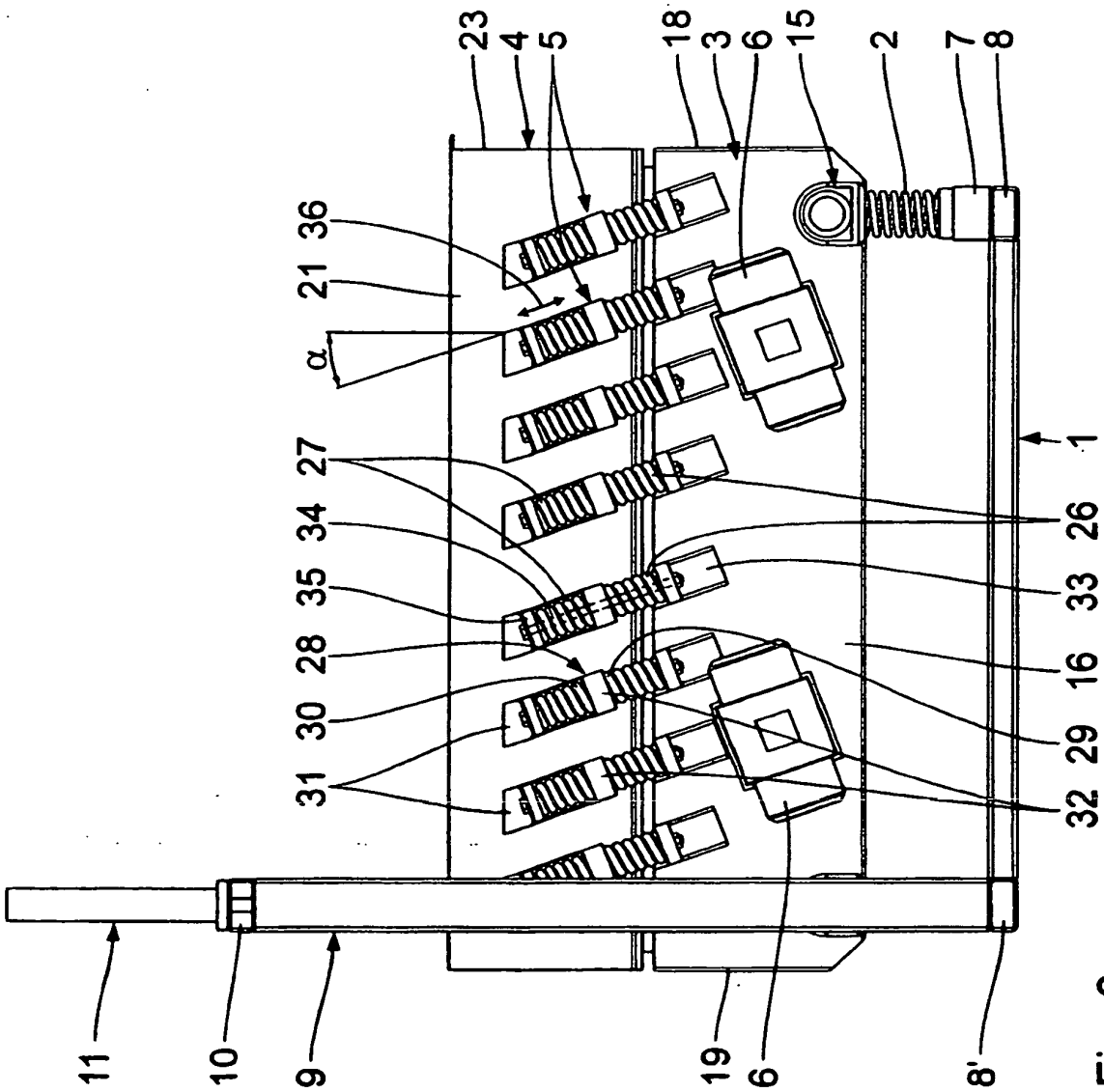
23
4
5
18
3
6
15
2
7
8
36
21
α
27
34
35
28
30
31
1
26
33
16
29
32
11
10
9
19
6
8'

Fig. 3

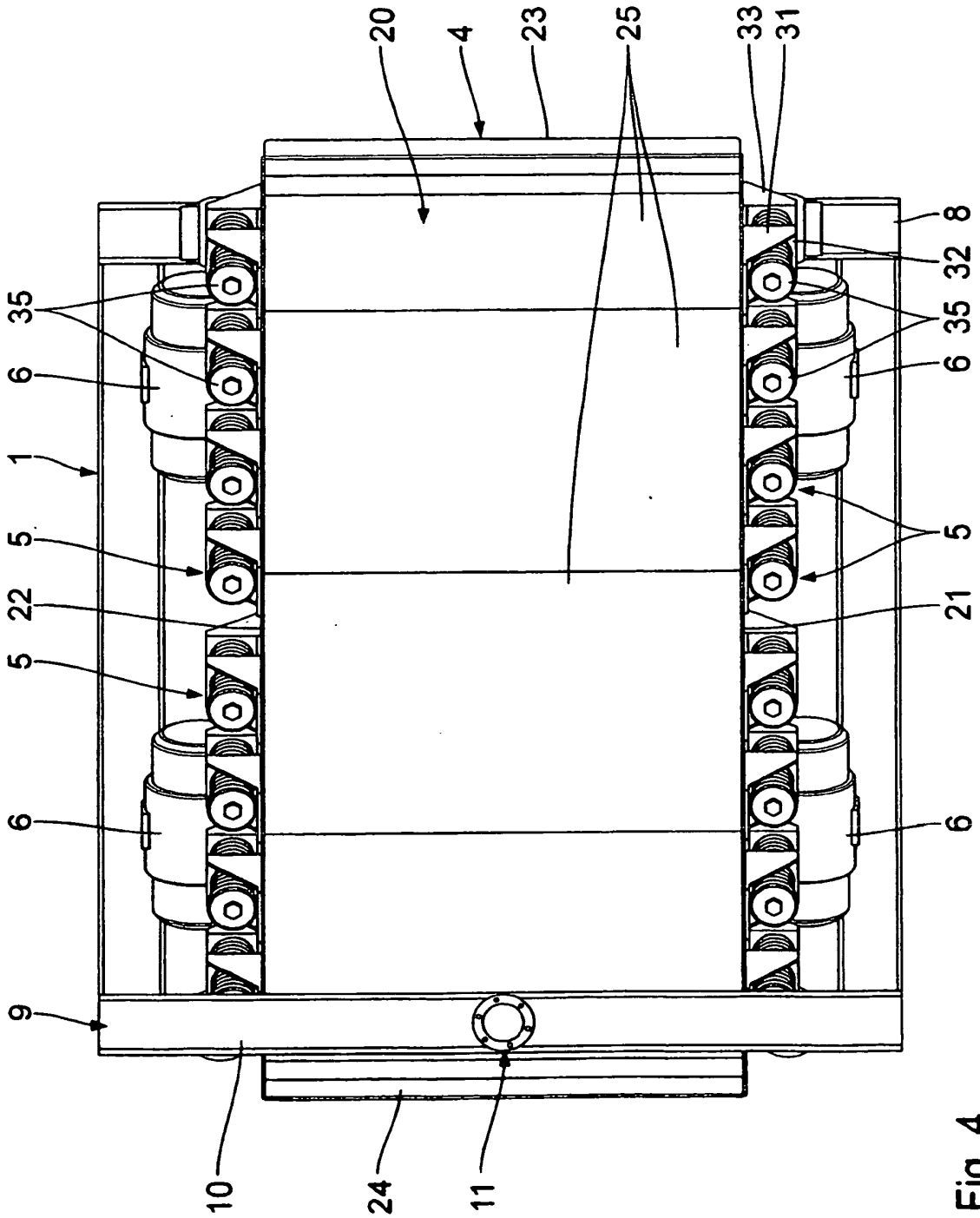

Fig. 4

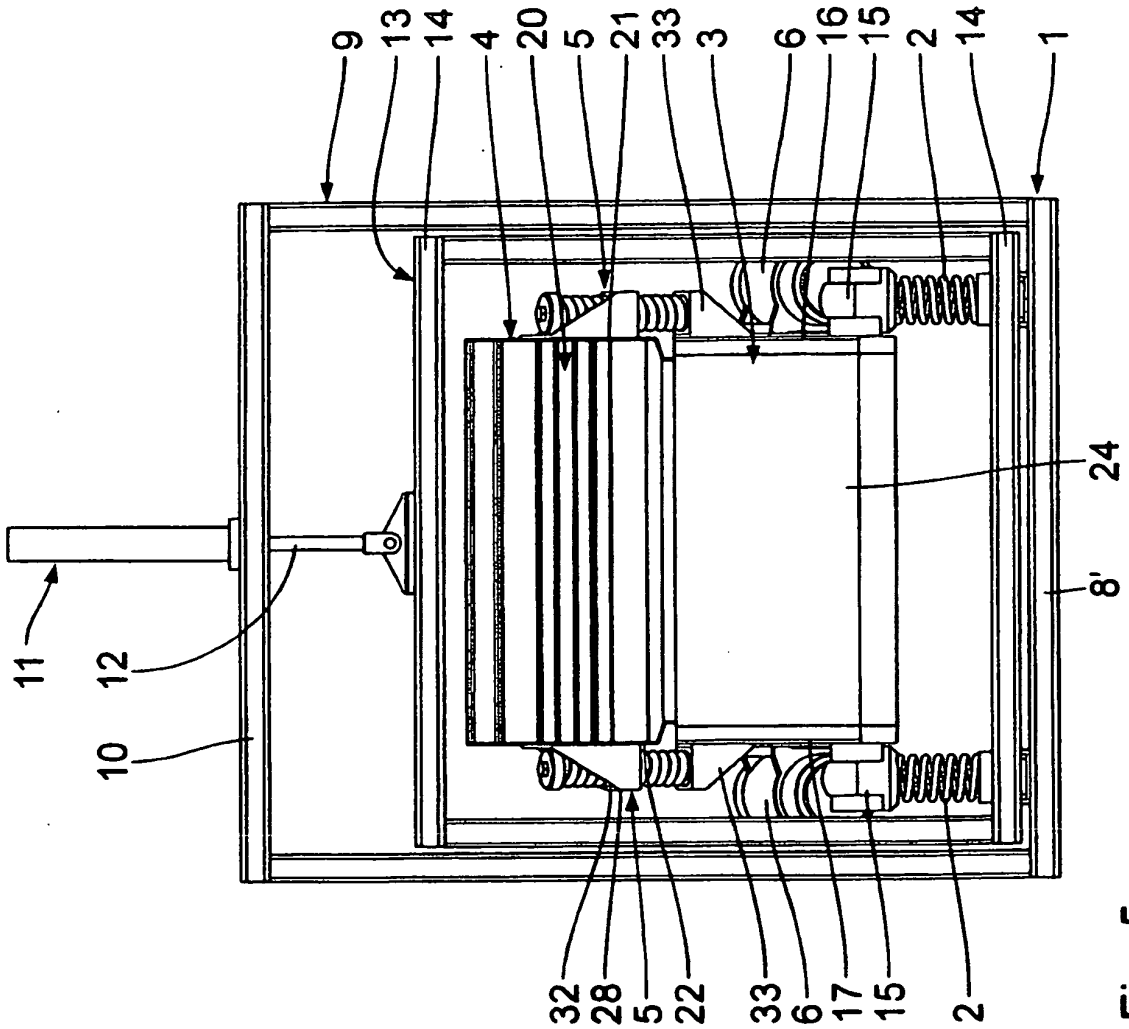

Fig. 5