



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 309 760**

51 Int. Cl.:
B62M 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05745176 .7**

96 Fecha de presentación : **26.05.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1761428**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.03.2007**

54 Título: **Mecanismo de pedal funcional.**

30 Prioridad: **28.05.2004 DE 10 2004 026 724**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2008

73 Titular/es: **Jörg Töpfer**
Berthold-Delbruck-Str. 21
07749 Jena, DE

72 Inventor/es: **Töpfer, Jörg**

74 Agente: **Urizar Anasagasti, Jesús María**

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

Mecanismo de pedal funcional.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un mecanismo de pedal de una bicicleta, aparato de ejercicio, de rehabilitación u otro aparato, que encuentra aplicación en la flexión y extensión activa y/o pasiva de las piernas según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 **Estado de la técnica**

El documento DE-A-43 36 183 tiene como objeto un pedal de bicicleta, que tiene la propiedad de mejorar la circulación de la sangre en el arco del pie. Con este fin, en el pedal está previsto un elemento de masaje, que durante el pedaleo hacia abajo presiona sobre el arco del pie y rueda por el mismo. El elemento de masaje consiste en una parte excéntrica dispuesta de manera fija en el eje de pedal, que está acoplada con el eje de pedal con un giro conjunto. Al activar el brazo de manivela de pedal, la parte excéntrica realiza un movimiento pivotante en un plano, que es paralelo al plano del lado de manivela del pedal. La parte excéntrica puede estar configurada en forma de esfera o pera, por lo que sobresale del plano del apoyo para el zapato.

El documento DE 299-01-785-U1 da a conocer un sistema de unión para un pedal de bicicleta que se encarga preferiblemente del acoplamiento efectivo entre pedal y zapato en caso de una caída. La muesca prevista para ello en la zona de la almohadilla plantar permite un mayor juego de movimiento en la zona del talón.

El documento US 5.199.324 da a conocer una disposición de pedal para bicicletas, que puede disponerse en la manivela de pedal en un ángulo predeterminado. Con un giro de la manivela de pedal varía a este respecto el ángulo de inclinación del pedal. El ángulo de inclinación del pedal es la suma de un primer ángulo de inclinación incremental, que están determinado por una leva biselada, y un segundo ángulo de inclinación incremental, que procede de una plataforma de pedal inclinada.

El documento US 4.599.915 da a conocer un pedal para su uso en cualquier vehículo o aparato accionado a pedales, que puede ajustarse en de uno a tres planos. La plataforma de pedal puede pivotar e inclinarse alrededor de un eje radial, que se sitúa perpendicular al eje de pedal. Además, la plataforma puede ajustarse en altura mediante un medio de separación. Sin embargo, es importante fijar una posición adoptada una vez de la plataforma de pedal mediante pernos, de manera que durante el giro del pedal no haya movilidad de la plataforma de pedal con respecto al eje de pedal.

El documento FR-A-2 661 651 muestra un pedal de bicicleta, que permite durante su giro una basculación del pedal. La plataforma de pedal descansa sobre un cojinete dispuesto en el centro, que permite un giro y una basculación del pedal. La dimensión del movimiento basculante puede ajustarse mediante un cono, que está atornillado sobre el eje de pedal y está dispuesto de manera ajustable en el mismo.

Por el documento DE 3218290 se conoce además un aparato de entrenamiento a pedales con las características del preámbulo de la reivindicación 1, que adicionalmente al movimiento de giro de los pedales permite un movimiento de pedaleo alrededor de otro eje, que discurre perpendicular al eje de pedal del pedal que se asienta en el extremo de un brazo de manivela, con lo cual se permite un movimiento pivotante en un ángulo con respecto a la extensión longitudinal de los pedales.

El estado de la técnica no permite por ejemplo ningún movimiento de rotación requerido por la anatomía funcional humana en la zona del talón del pie, que lleve a un movimiento de giro o pivotante en el eje longitudinal del pie (libre o forzado).

Entretanto se conoce que, debido a la estructura y función complejas de las piernas y los pies, el cuerpo humano no es compatible con movimientos de desarrollo rígido. Estos aspectos desempeñan en gran medida un papel a la hora de montar en bicicleta, una forma de movimiento y carga con múltiples exigencias adaptativas para la concordancia entre elementos constructivos predeterminados por la estructura de ruedas, que requieren movimientos y paradas forzados, y el cuerpo humano y su cinemática, estática y concepto funcional. En opinión del inventor, estos están en gran medida en contraposición. Aparte del efecto de acondicionamiento y entrenamiento muscular positivo, la rueda es en sus elementos estructurales y funcionales actuales un destructor importante del aparato locomotor humano.

60 *Explicación - Exigencias funcionales y morfológicas*

Mientras que la rodilla y el pie de los seres humanos permiten entre sí, con la rodilla flexionada, un gran juego de movimiento, especialmente en la rotación y en la posición, en el curso de la extensión y por tanto en caso de absorber cargas y fuerzas requieren progresivamente un giro hacia fuera del pie con respecto a la rodilla. El eje de giro necesario morfológicamente para ello se sitúa en la zona del talón. Los motivos de esto se encuentran entre otras cosas en la columna vertebral, en la denominada rotación final condicionada por los ligamentos y especialmente en la torsión morfológica de la tibia de aproximadamente 20 grados.

Objetivo de la invención

Por tanto el objetivo de la presente invención es proporcionar un nuevo mecanismo de pedal. El mecanismo de pedal debe ofrecer especialmente una solución lógica que corresponda mejor a la anatomía y morfología funcionales del cuerpo humano.

Descripción

Según la invención el objetivo se realiza mediante un mecanismo de pedal según el preámbulo de la reivindicación 1, en el que el apoyo para el zapato y el soporte están dispuestos de manera móvil de tal manera que, con un movimiento de giro del mecanismo de pedal alrededor del eje de pedal, el apoyo para el zapato realiza un movimiento pivotante con respecto al soporte. Como eje longitudinal se entiende cualquier eje, que discurre en la extensión longitudinal de un pie dispuesto sobre el apoyo para el zapato. La superficie de apoyo para el zapato móvil tiene la ventaja de que se añade al menos otro plano de movimiento necesario para un desarrollo de movimiento correspondiente a la morfología, es decir el pie puede adoptar, con un movimiento de pedaleo circular o un movimiento de extensión de las piernas, una posición natural de manera correspondiente a las circunstancias fisiológicas con respecto al resto del cuerpo (movilidad libre). Además, el mecanismo de pedal según la invención tiene la ventaja de que se respeta la cinesiología anatómica funcional y por tanto se evitan las habituales lesiones por cargas en rodilla y tobillo. El uso del mecanismo de pedal según la invención permite por primera vez un movimiento pivotante en el plano del apoyo para el zapato.

Preferiblemente el movimiento pivotante discurre a lo largo de una trayectoria de movimiento curvada. Un movimiento pivotante a lo largo de una trayectoria curvada, preferiblemente con un guiado de giro en la zona del talón, es especialmente ventajoso fisiológicamente. La trayectoria curvada puede corresponder por ejemplo a una trayectoria circular o elíptica. Según una forma de realización especialmente preferida de la invención, el apoyo para el zapato puede pivotar en un plano, que se sitúa paralelo al eje de pedal. En general, esta capacidad de pivotado del apoyo para el zapato es suficiente para contrarrestar las conocidas lesiones por sollicitación.

Según una forma de realización preferida, un movimiento pivotante forzado en el plano del apoyo para el zapato puede generarse porque, en el eje de pedal, están configuradas una ranura en una forma de trayectoria de curvatura y, en el lado inferior del apoyo para el zapato, una leva y la leva se engrana en la ranura. Sin embargo también puede estar prevista una camisa, en la que está configurada la trayectoria de curvatura y que se fija y coloca sobre el eje de pedal. El apoyo para el zapato puede estar configurado de manera alargada de modo que todo el pie pueda apoyarse sobre el mismo e insertarse en el mismo.

De manera ventajosa, el apoyo para el zapato está guiado mediante al menos un sistema de carro/riel previsto en el soporte en un plano que discurre paralelo al eje de pedal a lo largo de una trayectoria de movimiento recta o curvada. Se trata de una construcción sencilla y oportuna, para respetar la anatomía y morfología funcionales del cuerpo humano. Una posibilidad de realización prevé que el soporte tenga un tope para el talón, en el que está alojado de manera giratoria el apoyo para el zapato en la zona del talón, por ejemplo a modo de articulación esférica.

La trayectoria de movimiento del carro puede ser curvada en el plano del apoyo para el zapato (bidimensional) y en una forma de realización especial también puede ser curvada fuera del plano del apoyo para el zapato (trayectoria de movimiento tridimensional). En el último caso, el talón realiza adicionalmente al movimiento pivotante también un movimiento basculante. Esto puede realizarse por ejemplo porque en el eje de pedal está configurada una trayectoria de curvatura y conectada con el apoyo para el zapato de tal manera que el apoyo para el zapato, con el movimiento de giro del soporte alrededor del eje de pedal, realiza un movimiento pivotante en el plano del apoyo para el zapato y fuera de éste. Por ejemplo una camisa troncocónica con una trayectoria de curvatura puede estar dispuesta en el eje de pedal de manera resistente al giro. En este caso, el apoyo para el zapato puede apoyarse, por un lado, en la camisa troncocónica o en la trayectoria de curvatura y, por otro lado, en el eje de pedal.

Según una forma de realización preferida, en el soporte está dispuesto un carro móvil hacia un lado y hacia otro, que se mueve hacia un lado y hacia otro en funcionamiento mediante un engranaje, que está accionado por el eje de pedal unido con la manivela de pedal de manera resistente al giro. Mediante esta construcción, el apoyo para el zapato se mueve en funcionamiento activamente hacia un lado y hacia otro. Una posible forma de realización prevé que en el soporte estén previstas dos barras de guiado, sobre las que está dispuesto el carro de manera móvil hacia un lado y hacia otro, que en el carro esté prevista una leva, que se engrana en una primera trayectoria de guiado en el eje de pedal unido de manera fija con la manivela de pedal, que en el carro esté dispuesto un apoyo para el zapato alojado de manera giratoria, y que en el soporte esté previsto una segunda trayectoria de guiado, en la que se engrana una espiga dispuesta en el apoyo para el zapato. Mediante las dos trayectorias de guiado puede producirse por tanto un movimiento de giro y pivotante.

Otra forma de realización prevé que en el soporte esté dispuesta de manera pivotante una palanca angular, que coopera con un primer brazo con el carro y con el segundo brazo con un disco excéntrico unido de manera resistente al giro con el eje de pedal. En funcionamiento, la palanca angular pivota hacia un lado y hacia otro mediante el disco excéntrico y fuerza por tanto un movimiento correspondiente del carro y del apoyo para el zapato dispuesto sobre el mismo. Otra forma de realización prevé que en el soporte esté previsto un engranaje, que está accionado por el eje de pedal unido de manera resistente al giro con la manivela de pedal, que en el engranaje esté previsto un convertidor de

ES 2 309 760 T3

movimiento (disco de accionamiento), que está conectado a través de una varilla con el carro. Mediante el engranaje se convierte el movimiento de rotación del eje de pedal en un movimiento hacia un lado y hacia otro del carro. Debido a que el soporte tiene un saliente alargado hacia atrás, en el que está articulada de manera giratoria una palanca conectada con el carro, el carro puede moverse hacia un lado y hacia otro a lo largo de una trayectoria circular.

También es objeto de la presente invención una bicicleta, ergómetro u otro aparato de tratamiento, rehabilitación o ejercicio para la flexión y extensión activa y/o pasiva de las piernas o desarrollos de movimiento combinados que abarcan este movimiento especialmente los desarrollos de movimiento complejos de los pies resultado de los mismos con un mecanismo de pedal según la invención.

Ventajosamente, el mecanismo de pedal está dispuesto en un brazo de manivela de pedal de tal manera que el eje longitudinal del apoyo para el zapato en la posición superior del brazo de manivela de pedal se extiende esencialmente paralela a un plano, que está definido por el brazo de manivela de pedal giratorio, y en la posición inferior del brazo de manivela de pedal el eje longitudinal del apoyo para el zapato está dispuesto en un ángulo con respecto a este plano, es decir que la punta del pie apunta al menos en una posición inferior hacia fuera. El mecanismo de pedal también puede estar dispuesto en un riel de movimiento conocido. Preferiblemente está dispuesto un convertidor de movimiento, que convierte un movimiento de extensión en una rotación de un eje de pedal. El eje de pedal rotatorio puede provocar entonces un movimiento pivotante del apoyo para el zapato. También es concebible el uso de una disposición de palanca, que al estirar la pierna provoca un pivotado del apoyo para el zapato.

La invención se describirá a continuación a modo de ejemplo en referencia a las figuras. Muestran:

la figura 1, una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un mecanismo de pedal según la invención con pedal y apoyo para el zapato;

la figura 2, el mecanismo de pedal de la figura 1 en vista frontal;

la figura 3, el mecanismo de pedal de la figura 1 en vista lateral;

la figura 4, el mecanismo de pedal de la figura 1 en vista desde arriba;

la figura 5a, una vista desde arriba, parcialmente en corte, de una segunda forma de realización del mecanismo de pedal con un sistema de carro/riel;

la figura 5b, esquemáticamente y en sección transversal el mecanismo de pedal de la figura 5;

la figura 6, esquemáticamente una tercera forma de realización del mecanismo de pedal con una trayectoria de movimiento curvada en forma de cuba

a) con la posición del brazo de manivela de pedal superior y

b) con la posición del brazo de manivela de pedal inferior;

la figura 7, una vista desde arriba de una cuarta forma de realización del mecanismo de pedal con una trayectoria de curvatura dispuesta sobre un tronco de cono y un tope para el talón así como un eje de pedal que puede prolongarse telescópicamente;

la figura 8, una quinta forma de realización del mecanismo de pedal con una superficie de apoyo para el zapato de dos piezas y sin tope para el talón;

las figuras 9a y b, esquemáticamente la posición de la superficie de apoyo para el zapato en diferentes posiciones del brazo de manivela de pedal en las formas de realización según las figuras 7 y 8;

la figura 10a, esquemáticamente una sexta forma de realización de un mecanismo de pedal con un sistema de carro-riel (sólo está representado el sistema de riel) con dos toques de pedal curvados en forma de cuba dispuestos en el soporte con una forma de trayectoria de curvatura en el plano del apoyo para el zapato y una forma trayectoria de curvatura curvada en forma de cuba con respecto al plano del apoyo para el zapato;

la figura 10b, un tope de pedal curvado en forma de cuba según la figura 10a;

la figura 11, una vista lateral de un mecanismo de pedal según la invención;

la figura 12, una vista anterior del mecanismo de pedal de la figura 11;

la figura 13, una vista desde arriba del mecanismo de pedal de la figura 11;

la figura 14, una vista en perspectiva del mecanismo de pedal de la figura 11 desde abajo;

ES 2 309 760 T3

la figura 15, una vista en perspectiva del mecanismo de pedal de la figura 11 desde arriba;

la figura 16, una vista desde arriba de una séptima forma de realización de un mecanismo de pedal con un carro que puede moverse hacia un lado y hacia otro y un guiado forzado para generar un movimiento pivotante;

la figura 17, una vista lateral del mecanismo de pedal de la figura 16;

la figura 18, una vista anterior del mecanismo de pedal de la figura 16;

la figura 19, una primera vista en perspectiva del mecanismo de pedal desde arriba;

la figura 20, una segunda vista en perspectiva del mecanismo de pedal desde arriba;

la figura 21, el mecanismo de pedal de la figura 16 con apoyo para el zapato en vista desde arriba;

la figura 22, el mecanismo de pedal de la figura 21 en vista lateral;

la figura 23, el mecanismo de pedal de la figura 21 en vista anterior;

la figura 24, una primera vista en perspectiva del mecanismo de pedal de la figura 21;

la figura 25, una segunda vista en perspectiva del mecanismo de pedal de la figura 21;

la figura 26, una octava forma de realización de un mecanismo de pedal en vista desde arriba;

la figura 27, el mecanismo de pedal de la figura 26 en vista anterior;

la figura 28, el mecanismo de pedal de la figura 26 en vista lateral;

la figura 29, el mecanismo de pedal de la figura 26 en vista en perspectiva;

la figura 30, una novena forma de realización de un mecanismo de pedal en vista desde arriba;

la figura 31, el mecanismo de pedal de la figura 30 en vista lateral;

la figura 32, el mecanismo de pedal de la figura 30 en una vista en perspectiva;

la figura 33, un corte del mecanismo de pedal a lo largo de la línea 33 - 33 de la figura 32;

la figura 34, una vista posterior de un mecanismo de pedal según la invención en la posición superior de la manivela de pedal

a) en vista posterior

b) en vista desde arriba;

la figura 35, una vista posterior de un mecanismo de pedal según la invención en la posición inferior de la manivela de pedal

a) en vista posterior

b) en vista desde arriba;

la figura 36, una representación esquemática de un riel de movimiento, tal como se utiliza en la rehabilitación en la cirugía ortopédica.

El mecanismo 11 de pedal según la invención representado en las figuras 1 a 4 está concebido para su montaje en un brazo 13 de manivela de pedal o en otro elemento de pedal, por ejemplo una bicicleta, ergómetro, *stepper*, etc. El mecanismo 11 de pedal tiene un soporte 19, que está alojado de manera giratoria por ejemplo en un eje 17 de pedal y sobre el que está dispuesto un apoyo 15 para el zapato. En el marco de la presente invención, por soporte se designa toda la subestructura, sobre la que está dispuesto el apoyo para el zapato. El apoyo para el zapato consiste por ejemplo en una placa alargada, que puede tener el contorno de un pie (figura 4). El soporte 19 está dispuesto mediante los casquillos 21 de cojinete de manera giratoria en el eje 17 de pedal. En la zona anterior del apoyo 15 para el zapato están previstas dos hendiduras 20 de guiado (figura 4), que se sitúan en una trayectoria de curvatura con el guiado 22 de giro. Las hendiduras 20 están atravesadas cada una por un tornillo 24. Los tornillos 24 están atornillados en el soporte 19 y guían y limitan, mediante posiciones variables, el movimiento pivotante del apoyo 15 para el zapato.

Según la forma de realización preferida mostrada en las figuras 1 a 4 de un pedal, entre los casquillos 21 de cojinete está montada sobre el eje 17 de pedal una camisa 23. En el forro de la camisa 23 está prevista una trayectoria de curvatura en forma de una ranura 25 de guiado. La camisa 23 está unida mediante un dispositivo de apriete regulable, por ejemplo un tornillo de espiga (no visible en la figura) de manera resistente al giro con el eje 17 de pedal. En la ranura 25 de guiado se engrana una leva 27, que está prevista en el lado inferior del apoyo 15 para el zapato. A través de la leva 27 el apoyo 15 para el zapato se apoya sobre la camisa 23, o el eje 17 de pedal. En la zona del talón está alojado de manera pivotante el apoyo 15 para el zapato en un plano paralelo al eje 17 de pedal mediante un perno 29, que se engrana en una perforación 31 en el soporte 19. En la figura 4 se muestra con el número de referencia 33 (línea discontinua) el desarrollo de la trayectoria de curvatura.

El mecanismo de pedal según la invención funciona de la siguiente manera: Al montar en bicicleta, se acciona el brazo de manivela de pedal, haciéndose girar también el eje 17 de pedal unido de manera resistente al giro con el brazo 13 de manivela de pedal. Mediante el movimiento de giro del eje 17 de pedal gira también la camisa 23 unida fijamente con el eje 17 de pedal. A este respecto, la ranura 25 de guiado fuerza, a través de la leva 27 guiada en la ranura 25 de guiado, un movimiento pivotante lateral del apoyo 15 para el zapato de manera correspondiente al desarrollo de la trayectoria 25 de curvatura. Por consiguiente, puede lograrse para el pie un cambio de posición continuo. Con el brazo de manivela de pedal situado hacia arriba, el eje longitudinal del pie apunta - con la rodilla flexionada - hacia delante. Con el brazo de manivela de pedal situado hacia abajo, el eje longitudinal del pie apunta - con la rodilla extendida - hacia fuera. Mediante los movimientos axiales combinados entre sí pueden realizarse además posiciones de articulación conformes con la anatomía y la cinesiología, como por ejemplo posición de supinación con la rodilla flexionada y posición de pronación del pie con la rodilla extendida y cambiar adecuadamente en continuidad de movimiento. Si se quita la camisa 23, se obtiene un pedal o un mecanismo 11 de pedal, que permite que los pies del usuario se guíen automáticamente en la posición angular más adecuada con respecto al cuerpo.

Es ventajoso el movimiento de giro/pivotante combinado con un movimiento de inclinación del eje de pedal. Este movimiento de inclinación puede realizarse básicamente del mismo modo como se describe en la patente estadounidense nº 5.199.324. El contenido de este documento se toma como referencia en la presente memoria. A diferencia del documento US 5.199.324, el pedal debe montarse, sin embargo, desde el punto de vista anatómico funcional, en la manivela de pedal de tal manera que, en la posición superior se produce una inclinación con respecto al suelo hacia delante y en la posición inferior una inclinación alejándose del suelo.

Según otra forma de realización preferida de la invención, el apoyo para el zapato puede pivotar también alrededor de un eje 22, que se sitúa en la zona del talón y está en ángulo recto con respecto al eje de pedal. En la figura 5a el apoyo 15 para el zapato está dispuesto a través de un sistema 35 de carro-riel en el eje 17 de pedal o en los casquillos 21 de cojinete. Al menos un riel de guiado o ranura 37 de guiado, que por ejemplo forma una sección de perímetro circunferencial, cuyo guiado 22 de giro se sitúa en la zona del talón, permite un desarrollo de movimiento pivotante. En la ranura 37 de guiado se engrana un elemento 38 de guiado, por ejemplo un perno deslizante o similar. En la posición del brazo de manivela de pedal perpendicular superior, el eje 12 longitudinal del apoyo para el zapato puede por tanto situarse paralelo al plano en el que se mueve el brazo de manivela de pedal. Desde este punto puede moverse hacia abajo, casi automáticamente o debido a un modelo de movimiento, aunque en cualquier caso de manera análoga al desarrollo forzado debido a la torsión de la tibia, hacia fuera, es decir fuera del plano. En la posición del brazo de manivela de pedal perpendicular inferior, la punta del pie puede apuntar por tanto al máximo hacia fuera. Las transiciones de movimiento son fluidas. El ángulo α de pivotado (en la figura 5a designado con el número de referencia 16) se forma por las posiciones de estado cambiantes del eje 12 longitudinal del pie en el plano de pivotado. A diferencia del ejemplo de realización mostrado, también puede concebirse que la ranura 37 de guiado esté prevista en el lado inferior del apoyo 15 para el zapato y el elemento de guiado en el soporte.

La figura 5b muestra la solución 35 de carro-riel representada en la figura 5a en corte. En frente del apoyo 15 para el zapato está previsto en el mecanismo 11 de pedal un dispositivo para generar una posición deseada predeterminada, adecuada para el centro de gravedad, de la superficie de apoyo para el zapato. Este dispositivo puede estar presente, por ejemplo, en forma de una forma 39 de pesa colocada en el lado inferior. La forma 39 de pesa hace que el apoyo 15 para el zapato apunte hacia arriba y tienda a una posición horizontal o casi horizontal.

Según un perfeccionamiento de la forma de realización según las figuras 5a y b, el riel o los rieles son adicionalmente curvados de manera convexa (figura 6a). El apoyo 15 para el zapato puede ahora realizar movimientos combinados. La figura 6a muestra la posible posición del apoyo 15 para el zapato, cuando el brazo 13 de manivela de pedal apunta hacia arriba. La figura 6b muestra la posible posición del apoyo para el zapato, cuando el brazo 13 de manivela de pedal apunta hacia abajo. Sin embargo, básicamente también puede estar configurada la solución de carro-riel entre el zapato y la superficie de apoyo para el zapato.

El mecanismo de pedal según la invención tiene las siguientes ventajas: El movimiento de giro conocido en sí mismo del pedal alrededor del eje de pedal (garantiza la extensión dorsal y la flexión plantar del pie en la articulación talocrural) se completa por un movimiento pivotante en el plano de la superficie de apoyo para el zapato (garantiza la necesidad de rotación debida a la torsión de la tibia) y puede completarse adicionalmente por un movimiento ladeado. Esta libertad de movimiento ilimitada permite, por primera vez, un movimiento de supinación y pronación de la articulación subastragalina. El eje de este "movimiento de bofetada" discurre de manera análoga al de la articulación subastragalina.

ES 2 309 760 T3

Esta forma de realización perfeccionada del mecanismo de pedal cumple por tanto el carácter de una articulación al menos triaxial, que permite al pie adoptar cualquier posición espacial. Los movimientos de articulación en un plano pueden ir acompañados por movimientos accesorios en los demás planos. Los movimientos uniaxiales pueden pasar a movimientos combinados y complejos.

5

Las formas de realización de la invención según las figuras 5a y b y/o las figuras 6a y b pueden presentar una construcción de tope para el talón análoga a las figuras 1 a 4, que puede estar alojado de manera giratoria o a modo de articulación esférica.

10 La forma de realización según la figura 7 prevé que el eje 17 de pedal y el mecanismo 11 de pedal estén acoplados entre sí de tal manera que, con un giro alrededor del eje 17 de pedal, el mecanismo 11 de pedal o el apoyo 15 para el zapato realiza un movimiento pivotante y adicionalmente un movimiento ladeado fuera del plano del movimiento pivotante. Un modelo de movimiento de este tipo del pedal o del apoyo para el zapato puede realizarse mediante una trayectoria 33 de curvatura configurada en el eje de pedal o en el lado inferior del apoyo para el zapato, que está
15 prevista en un tronco 41 de cono. El apoyo 15 para el zapato puede apoyarse a este respecto, por un lado, a través de un estribo 14 de apoyo o directamente sobre la trayectoria 33 de curvatura o el tronco 41 de cono, por otro lado también a través del estribo 14 de apoyo o directamente sobre un casquillo 43 de cojinete que puede deslizarse telescópicamente, que puede moverse sobre o en el eje 17 de pedal.

20 Si el apoyo 15 para el zapato está configurado de una sola pieza, se produce por tanto una inclinación de todo el apoyo para el zapato. Si el apoyo para el zapato es de dos o más piezas, puede lograrse una inclinación sólo del metatarso.

25 La figura 8 muestra un mecanismo de pedal modificado con respecto a la forma de realización de la figura 7 sin construcción de tope para el talón, en el que el apoyo para el zapato está configurado en dos piezas. Entre la parte anterior y posterior de la superficie 15' o 15'' de apoyo para el zapato está previsto un elemento 45 de unión elástico.

Las figuras 9a y b muestra el mecanismo de pedal novedoso montado en una manivela de pedal en dos posiciones diferentes.

30

Las figuras 10a y 10b muestran un mecanismo de pedal con un sistema de carro-riel (sólo está representado el sistema de riel) con dos topes 47 de pedal previstos en el mecanismo de pedal, en forma de cuba en corte, en cuyo lado interior está realizada una ranura 33 de guiado. La ranura 33 de guiado discurre de tal manera que es posible un movimiento pivotante en un plano paralelo al eje 17 de pedal y un movimiento ladeado fuera de este plano. Al deslizar
35 el apoyo 15 para el zapato de una posición de extremo a la otra, en la que el apoyo para el zapato está basculado, atraviesa por tanto un valle, en el que el apoyo para el zapato discurre paralelo al eje de pedal.

Puede concebirse básicamente realizar el movimiento pivotante y/o el movimiento ladeado de la superficie de apoyo para el zapato mediante un engranaje curvado y/o de acoplamiento. El engranaje y/o las combinaciones de engranaje pueden estar colocados como elementos de unión entre la manivela de pedal, el brazo de manivela de pedal, el eje de pedal, el soporte y la superficie de apoyo del pie y/o estar configurado y colocado con cualquier interacción.

40 El mecanismo de pedal representado en las figuras 11 a 15 corresponde a una forma de realización comercial del mecanismo de pedal de las figuras 1 a 4. Lateralmente en el apoyo 15 para el zapato están previstas lengüetas 51 con hendiduras 53, que sirven para la fijación de un zapato con ayuda de correas no mostradas. Un tope 54 para el talón sirve para el apoyo del apoyo 15 para el zapato en la zona del talón. El tope 54 para el talón está unido de manera articulada con el primer extremo dispuesto en los casquillos 21 de cojinete con el segundo extremo con el apoyo para el zapato (punto 22 de giro). Un perno 29, que está alojado de manera giratoria en una camisa 56, permite el pivotado del apoyo 15 para el zapato a lo largo de una trayectoria de curvatura.

50

El mecanismo 11 de pedal según las figuras 16 a 25 muestra otra manera de cómo puede realizarse un pivotado del apoyo 15 para el zapato con respecto al eje 17 de pedal. El mecanismo 11 de pedal tiene un soporte 19 que consiste en un bastidor 57, en el que están dispuestas dos barras 59 de guiado paralelas al eje 17 de pedal. Sobre las barras 59 de guiado está dispuesto un carro 61 que puede moverse hacia un lado y hacia otro. Sobre el carro 61
55 está previsto un cojinete 63 de bolas para alojar un apoyo 15 para el zapato. En el lado inferior del carro 61 está previsto - de manera análoga a las formas de realización ya comentadas anteriormente - un perno 29 (no visible en las figuras), que se engrana en la trayectoria 25 de guiado de la camisa 23. De este modo, con un giro de la camisa 23 con respecto al soporte del carro 61 se mueve hacia un lado y hacia otro. En el lado anterior del bastidor 57 está previsto un saliente 65 que se extiende por una parte de la anchura del soporte con una hendidura 67. La hendidura 67 sirve, a este respecto, como guiado forzado para el apoyo 15 para el zapato móvil y para forzar un movimiento de giro y pivotante combinado del apoyo 15 para el zapato con respecto al eje 15 de pedal, tal como se explicará a continuación más detalladamente. Al quitar la camisa 23 se obtiene un mecanismo de pedal, que permite que los pies del usuario se
60 guíen automáticamente en la posición angular más adecuada con respecto al cuerpo.

65 El soporte designado con el número de referencia 19 sirve en general para alojar el apoyo 15 para el zapato. El apoyo 15 para el zapato descansa sobre el cojinete 63 de bolas giratorio y por tanto puede girar con respecto al soporte. El apoyo 15 para el zapato tiene un estribo 69 en forma de U, que une la parte anterior y posterior del apoyo 15 para el zapato. Sobre el apoyo para el zapato se encuentra además un dispositivo 71 de ajuste a presión conocido, que sirve

ES 2 309 760 T3

para la fijación desmontable de un calzado de ciclismo empleado en la actualidad. El apoyo 15 para el zapato está unido mediante 4 tornillos 73 con el cojinete 63 de bolas. En el lado inferior del apoyo 15 para el zapato se encuentra una espiga 75, que se extiende a través de la hendidura 67.

Este mecanismo de pedal funciona de la siguiente manera: Con un giro del mecanismo de pedal alrededor del eje de pedal el carro 61 se mueve hacia un lado y hacia otro. El apoyo 15 para el zapato dispuesto sobre el carro 61 está guiado mediante la espiga 75 en la hendidura 67. Puesto que la hendidura 67 discurre en un ángulo con respecto al eje 17 de pedal, el apoyo 15 para el zapato debe pivotar necesariamente cuando se desplaza en la dirección del eje de pedal. Básicamente la trayectoria descrita por la hendidura 67 puede discurrir en línea recta o también de manera curvada.

El mecanismo de pedal de las figuras 27 a 29 tiene un disco 77 excéntrico, que está dispuesto de manera resistente al giro en el eje 17 de pedal. De manera similar a la forma de realización anterior también está previsto en este caso un carro 61, que está dispuesto de forma móvil sobre el eje 17 de pedal. Una palanca 79 angular puede girar alrededor de un eje 22 de giro, que discurre a través del bastidor 57. Un brazo 80 de la palanca 79 angular está conectado con el carro 61 y con una cavidad 62 dispuesta sobre el carro 61, y el otro brazo 82 de la palanca 79 angular coopera con el contorno circular del disco 77 excéntrico. La cavidad 62 sirve para alojar un apoyo para el zapato. Con una revolución del mecanismo de pedal se hace pivotar la palanca 79 angular y con ello la cavidad de manera correspondiente al radio variable del disco 77 excéntrico alrededor del eje 81 de giro.

La forma de realización de las figuras 30 a 33 se diferencia de las anteriores en que está previsto un pequeño engranaje 83. A este respecto el eje 17 de pedal acciona a través de elementos de engranaje no mostrados un convertidor 85 de movimiento, que está conectado a través de una varilla 87 con el carro 61. Mediante el convertidor 85 de movimiento se mueve el carro 61 sobre el eje 17 de pedal hacia un lado y hacia otro. La cavidad 62 está unida de manera resistente al giro con la palanca 81, que está articulada en el extremo posterior del tope 54 para el talón y que puede girar alrededor del punto 22 de giro. De este modo, mediante el engranaje 83 no sólo se genera un movimiento hacia un lado y hacia otro, sino que también se produce un giro de la cavidad alrededor del punto 22 de giro.

Las figuras 34 y 35 muestran un mecanismo de pedal según la invención según las figuras 16 a 25 montado en un brazo de manivela de pedal de una bicicleta. Se muestran dos posiciones de extremo, una posición superior del brazo de manivela de pedal izquierdo (figuras 34a y 34b) y una posición inferior del brazo de manivela de pedal izquierdo (figuras 35a y 35b). Puede observarse claramente que en la posición superior del brazo de manivela de pedal el eje longitudinal del apoyo 15 para el zapato se extiende paralelo a un plano que está definido por el brazo de manivela de pedal giratorio. En la posición inferior del brazo de manivela de pedal el eje longitudinal del apoyo 15 para el zapato ha realizado un movimiento pivotante hacia fuera.

La figura 36 muestra el uso del mecanismo de pedal según la invención en conexión con un riel 91 de movimiento. Mientras que en el caso de los rieles de movimiento convencionales, el pie se mantiene estático durante la flexión y extensión de la pierna, con el uso del mecanismo de pedal según la invención se logra una movilidad del pie. Puede tener lugar un movimiento pivotante fisiológico del pie. El riel de movimiento puede presentar en la zona del pie un mecanismo de engranaje, mostrado en este caso a modo de ejemplo mediante la cooperación de la rueda 93 dentada y la cremallera 95 dentada. Mediante un mecanismo de engranaje de este tipo puede forzarse también un movimiento pivotante del pie.

La dimensión de los movimientos individuales y su cooperación puede establecerse y limitarse en todas las formas de realización según la invención mediante módulos constructivos correspondientes, mediante su fabricación y elección. Los módulos constructivos individuales pueden adaptarse, ajustarse, intercambiarse y combinarse adecuadamente.

Pueden realizarse de manera variable ajustes y desarrollos deseados durante el uso. Preferiblemente entre el apoyo para el zapato y el zapato están previstos medios de fijación para la fijación desmontable. Los medios de fijación pueden estar formados por correas, cubiertas a modo de red, una unión de resorte o similar. Los medios de fijación pueden ser sistemas de unión conocidos, como los que se emplean por ejemplo en bicicletas.

Está prevista ventajosamente una pieza de separación para la prolongación en el lado de la fijación del eje de pedal. Esto tiene la ventaja de que la "anchura de recorrido" de la posición de las piernas puede respetarse mejor. La superficie de apoyo para el zapato puede corresponder en tamaño a toda la planta del pie.

En una forma de realización preferida el mecanismo de pedal según la invención tiene una superficie de apoyo para el zapato, que corresponde al tamaño de los pedales delanteros convencionales.

El apoyo para el zapato puede estar configurado para todas las formas de realización según la invención con o sin soporte de talón y ser de una, dos o más piezas. En el caso de dos o más piezas, las piezas están unidas preferiblemente entre sí elásticamente. El apoyo para el zapato puede estar configurado de manera correspondiente a las exigencias anatómicas y por ejemplo tener una función ortopédica.

Para mantener la salud del aparato locomotor activo y pasivo no sólo es necesario moverlo suficientemente, sino que hay que prestar atención especialmente también a la carga conforme a la estructura, a la función y a los ejes.

ES 2 309 760 T3

Mediante una propuesta de movimiento morfológico funcional adecuado pueden corregirse modelos de movimiento dañinos habituales. Además también pueden reforzarse determinadas direcciones de movilidad y realizarse contornos y límites de movimiento premeditados. Pueden favorecerse, controlarse y reproducirse desarrollos de movimiento adecuados al diagnóstico. Una realización de movimiento pasivo puede realizarse de forma más segura. Si se logran modelos de movimiento deseados, o el sujeto dispone de capacidades de coordinación suficientes, puede prescindirse de un guiado forzado. Estos aspectos, que tienen que ver con los mencionados desarrollos de movimiento, pueden realizarse mediante la presente invención por primera vez.

Números de referencia

10	11	Mecanismo de pedal (pedal)
	12	Eje longitudinal (de pie) del apoyo para el zapato
15	13	Brazo de manivela de pedal
	14	Estribo de apoyo
	15a	Apoyo para el zapato
20	16	Ángulo de pivote del apoyo para el zapato
	17	Eje de pedal
25	19	Soporte
	20	Hendiduras de guiado
	21	Casquillos de cojinete
30	22	Guiado de giro de la trayectoria circular
	23	Camisa
35	24	Tornillos
	25	Trayectoria de guiado
	27	Leva
40	29	Espiga
	31	Perforación
45	33	Trayectoria de curvatura de la camisa 23
	35	Sistema de riel-carro
	36	Topes
50	37	Riel de guiado
	38	Elemento de guiado
55	39	Forma de pesa
	41	Tronco de cono
	43	Casquillo de cojinete
60	45	Elemento de unión elástico
	47	Topes de pedal
65	51	Lengüetas
	53	Hendiduras

ES 2 309 760 T3

54	Tope para el talón
55	Soporte
5 57	Bastidor
59	Barras de guiado
61	Carro
10 62	Cavidad
63	Cojinete de bolas
15 65	Saliente
67	Hendidura
69	Estribo en forma de U
20 71	Dispositivo de enganche a presión
73	Tornillos
25 75	Espiga
77	Disco excéntrico
79	Palanca angular
30 80	Primer brazo de la palanca angular
81	Palanca
35 82	Segundo brazo de la palanca angular
83	Engranaje
85	Conversor de movimiento
40 91	Riel de movimiento
93	Rueda dentada
45 95	Cremallera dentada.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Mecanismo de pedal para su uso en una bicicleta, ergómetro u otro tipo de aparato de tratamiento, rehabilitación o ejercicio, que encuentra aplicación en la flexión y extensión activa y/o pasiva de las piernas para la flexión y extensión activa y/o pasiva de las piernas o desarrollos de movimiento combinados que abarcan este movimiento especialmente los desarrollos de movimiento complejos de los pies resultado de los mismos, con
 - un soporte (19) y
 - un apoyo (15) para el pie o zapato dispuesto sobre el soporte (19),
 - estando dispuesto el apoyo (15) para el zapato en un ángulo con respecto a la extensión (12) longitudinal del apoyo (15) para el zapato de manera pivotante sobre el soporte (19),**caracterizado** porque está previsto un eje (17) de pedal, y el apoyo (15) para el zapato y el soporte (19) están acoplados entre sí de tal manera que, con un movimiento de giro del mecanismo de pedal alrededor del eje (17) de pedal, el apoyo (15) para el zapato realiza un movimiento pivotante con respecto al soporte (19).
2. Mecanismo de pedal según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el movimiento pivotante corresponde a una trayectoria de movimiento curvada.
3. Mecanismo de pedal según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque está previsto un eje (17) de pedal, y el apoyo (15) para el zapato y el soporte (19) están acoplados entre sí de tal manera que, con un movimiento de giro del mecanismo de pedal alrededor del eje (17) de pedal, el apoyo (15) para el zapato realiza un movimiento de giro y pivotante con respecto al soporte (19) a través de un movimiento de giro perpendicular al plano del apoyo (15) para el zapato y un movimiento pivotante en el plano del apoyo (15) para el zapato.
4. Mecanismo de pedal según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el apoyo (15) para el zapato puede pivotar en un plano, que se sitúa paralelo al eje (17) de pedal.
5. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque en el eje (17) de pedal y el apoyo (15) para el zapato están configurados medios (25, 27) de guiado que cooperan mutuamente de tal manera que, con un giro del mecanismo de pedal, el apoyo (15) para el zapato realiza al menos un movimiento pivotante en el plano del apoyo (15) para el zapato.
6. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque en el eje (17) de pedal está configurada una ranura o trayectoria (25) de guiado y en el apoyo (15) para el zapato, una leva (27) y la leva (27) se engrana en la trayectoria de guiado.
7. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque está prevista una camisa (23), que está fijada y puede colocarse sobre el eje (17) de pedal y en la que está configurada la trayectoria (25) de curvatura.
8. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el apoyo (15) para el zapato está guiado mediante al menos un sistema de carro/riel previsto en el mecanismo de pedal en un plano que discurre paralelo al eje (17) de pedal a lo largo de una trayectoria de movimiento.
9. Mecanismo de pedal según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la trayectoria de movimiento corresponde a una trayectoria de curvatura, cuyo guiado de giro se sitúa en la zona del talón.
10. Mecanismo de pedal según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la trayectoria de movimiento corresponde a una trayectoria de curvatura, cuyo guiado de giro se sitúa en la zona del talón y la trayectoria de movimiento adicionalmente está curvada de manera convexa.
11. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque en el soporte (19) están previstas dos barras de guiado, en las que está dispuesto el carro de manera móvil hacia un lado y hacia otro, porque en el carro está prevista una primera leva, que se engrana en una primera trayectoria de guiado en el eje de pedal, porque en el carro está dispuesto un apoyo para el zapato alojado de manera giratoria, y porque en el soporte (19) está prevista una segunda trayectoria de guiado, en la que se engrana una segunda espiga (75) dispuesta en el apoyo para el zapato.
12. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque en el soporte (19) está previsto un engranaje (83), que está accionado por el eje de pedal, porque en el engranaje (83) está previsto un convertidor (85) de movimiento, que está conectado a través de una varilla (87) con el carro (61).
13. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el soporte (19) tiene configurado hacia atrás un tope (54) para el talón, en el que está articulada de manera giratoria una palanca (81) conectada con el carro (61).

ES 2 309 760 T3

14. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque el movimiento pivotante está combinado con un movimiento de lado del apoyo (15) para el zapato.

5 15. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque el eje (17) de pedal y el apoyo (15) para el zapato están acoplados entre sí de tal manera que, con un giro del eje (17) de pedal, el apoyo (15) para el zapato están acoplados entre sí de tal manera que, con un giro alrededor del eje (17) de pedal, el apoyo (15) para el zapato realiza en la zona del pie adicionalmente un movimiento de lado fuera del plano del apoyo (15) para el zapato.

10 16. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque en el eje (17) de pedal está configurada una trayectoria (33) de curvatura y conectada con el apoyo (15) para el zapato, de tal manera que el apoyo (15) para el zapato, con el giro del mecanismo de pedal alrededor del eje de pedal realiza un movimiento pivotante en el plano del apoyo (15) para el zapato y fuera de éste.

15 17. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado** porque una camisa (41) tronco-cónica está dispuesta de manera resistente al giro con una trayectoria (33) de curvatura en el eje (17) de pedal.

20 18. Mecanismo de pedal según la reivindicación 17, **caracterizado** porque el apoyo (15) para el zapato se apoya, por un lado, en la camisa (41, 23) o en la trayectoria (33) de curvatura y, por otro lado, en el eje (17) de pedal.

19. Mecanismo de pedal según una reivindicación 1 a 18, **caracterizado** porque el apoyo (15) para el zapato se apoya sobre un estribo (14) de apoyo.

25 20. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado** porque en el soporte (19) está previsto un tope (54) para el talón, en el que está dispuesto el apoyo (15) para el zapato en la zona del talón de manera giratoria y/o a modo de articulación esférica.

30 21. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizado** porque en el apoyo (15) para el zapato están previstos medios (51, 53) de fijación para la fijación desmontable.

22. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado** porque el apoyo (15) para el zapato puede formar parte de un zapato, por ejemplo una suela de zapato.

35 23. Mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 22, **caracterizado** porque el apoyo (15) para el zapato puede pivotar en un intervalo angular de al menos 5 grados, preferiblemente al menos 10 grados y de manera especialmente preferida en un intervalo de entre 5 y aproximadamente 20 grados.

40 24. Bicicleta, ergómetro u otro tipo de aparato de tratamiento, rehabilitación o ejercicio para la flexión y extensión activa y/o pasiva de las piernas o desarrollos de movimiento combinados que abarcan este movimiento especialmente los desarrollos de movimiento complejos de los pies resultado de los mismos con un mecanismo de pedal según una de las reivindicaciones 1 a 23.

45 25. Bicicleta, ergómetro u otro tipo de aparato de tratamiento, rehabilitación o ejercicio según la reivindicación 24, **caracterizado** porque el mecanismo de pedal está dispuesto en un brazo de manivela de pedal de tal manera que el eje (12) longitudinal del apoyo (15) para el zapato se extiende en la posición superior del brazo de manivela de pedal esencialmente en paralelo a un plano, que está definido por el brazo de manivela de pedal giratorio, y en la posición inferior del brazo de manivela de pedal el eje longitudinal del apoyo para el zapato está dispuesto en un ángulo con respecto a este plano.

50 26. Bicicleta, ergómetro u otro tipo de aparato de tratamiento, rehabilitación o ejercicio según la reivindicación 24, **caracterizado** porque el mecanismo de pedal está dispuesto en un riel de movimiento.

55 27. Bicicleta, ergómetro u otro tipo de aparato de tratamiento, rehabilitación o ejercicio según la reivindicación 24 ó 26, **caracterizado** porque está previsto un convertidor de movimiento, que convierte un movimiento de extensión en una rotación de un eje de pedal.

60

65

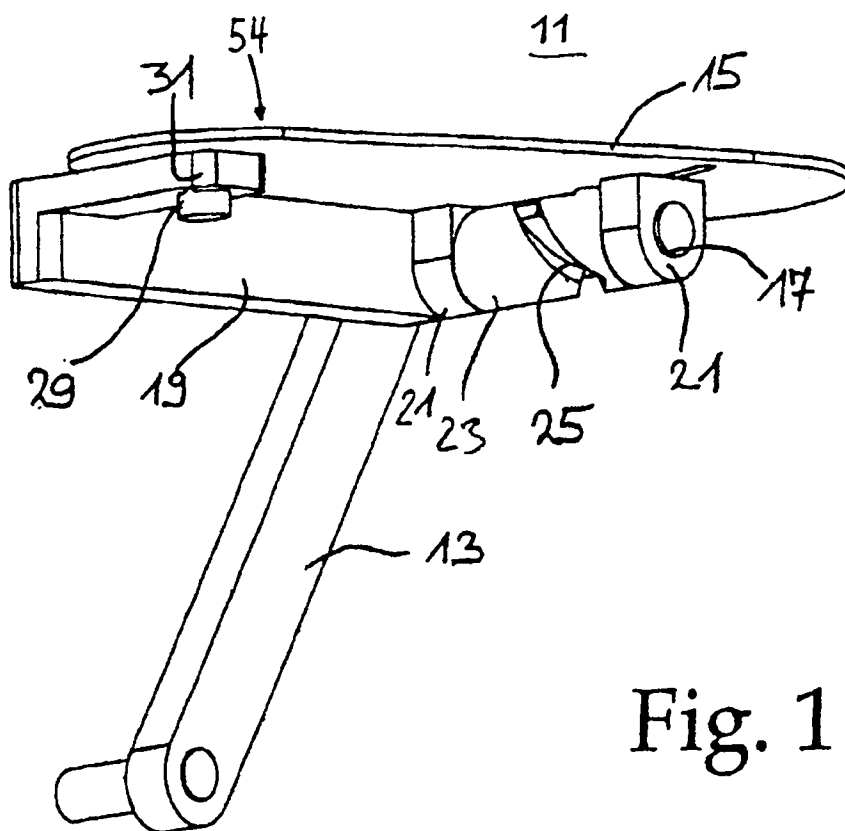


Fig. 1

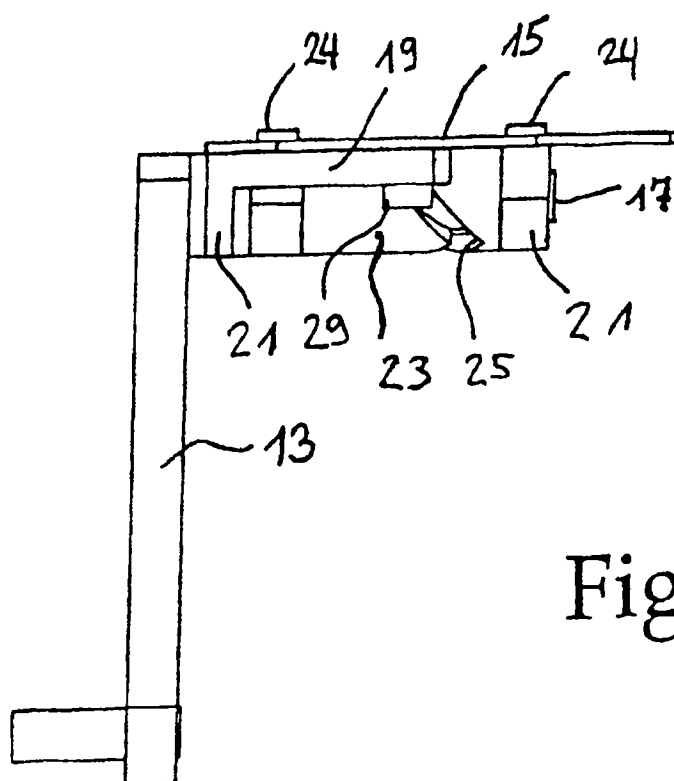


Fig. 2

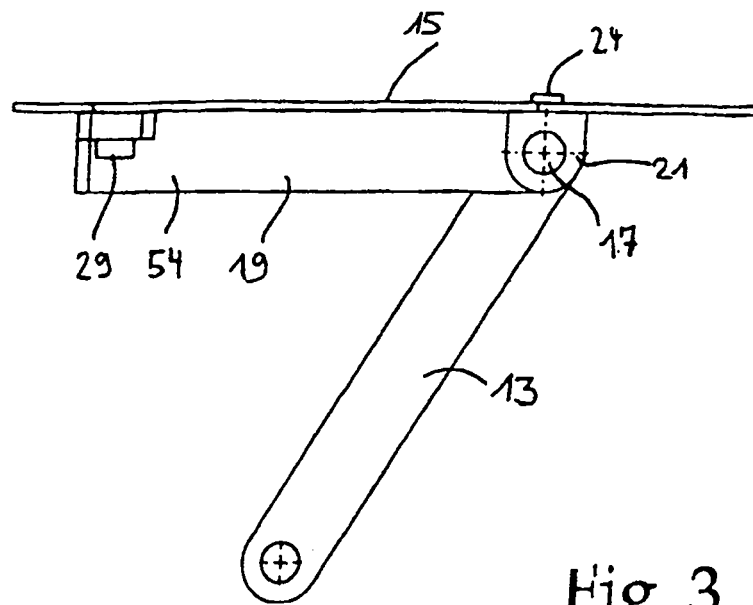


Fig. 3

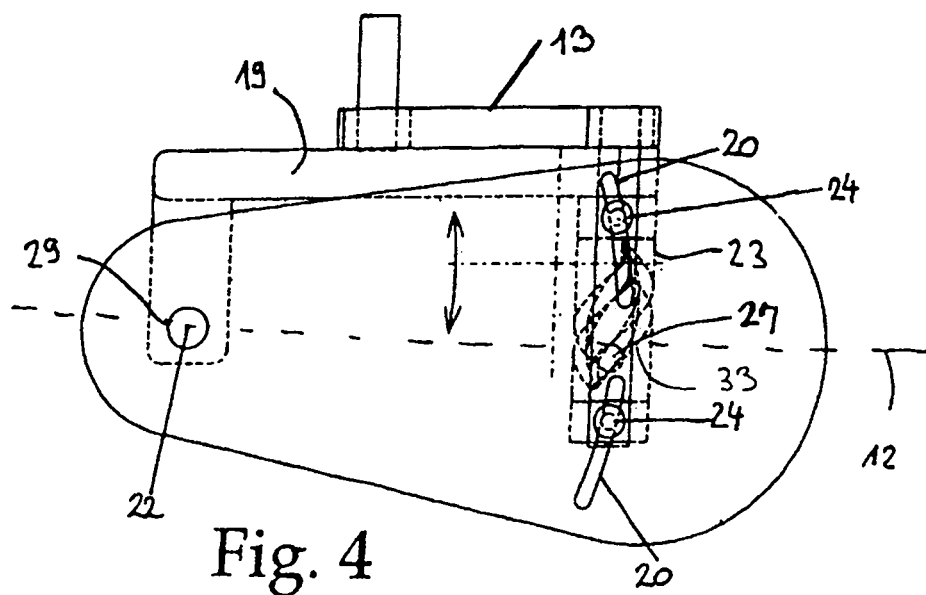


Fig. 4

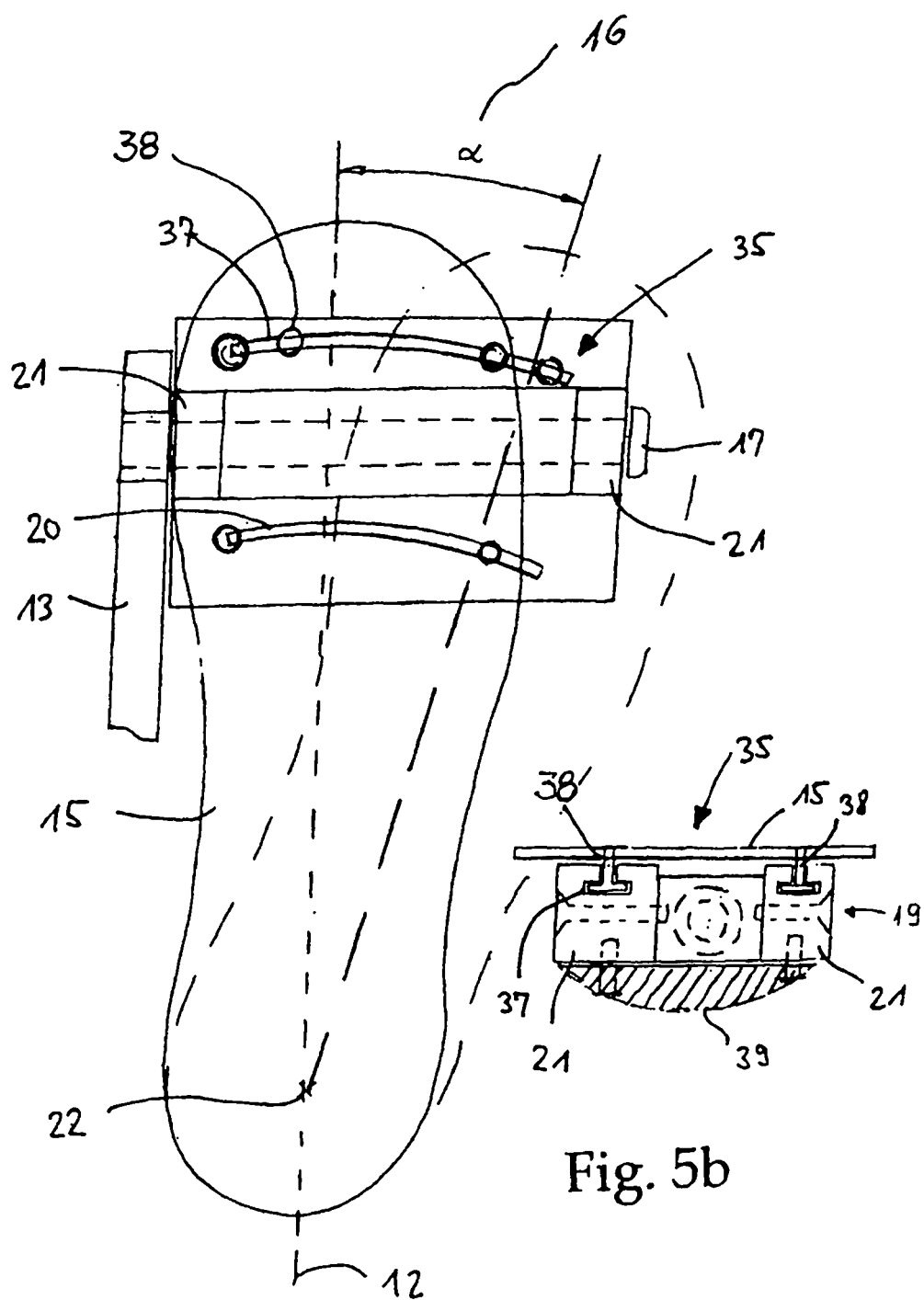


Fig. 5b

Fig. 5a

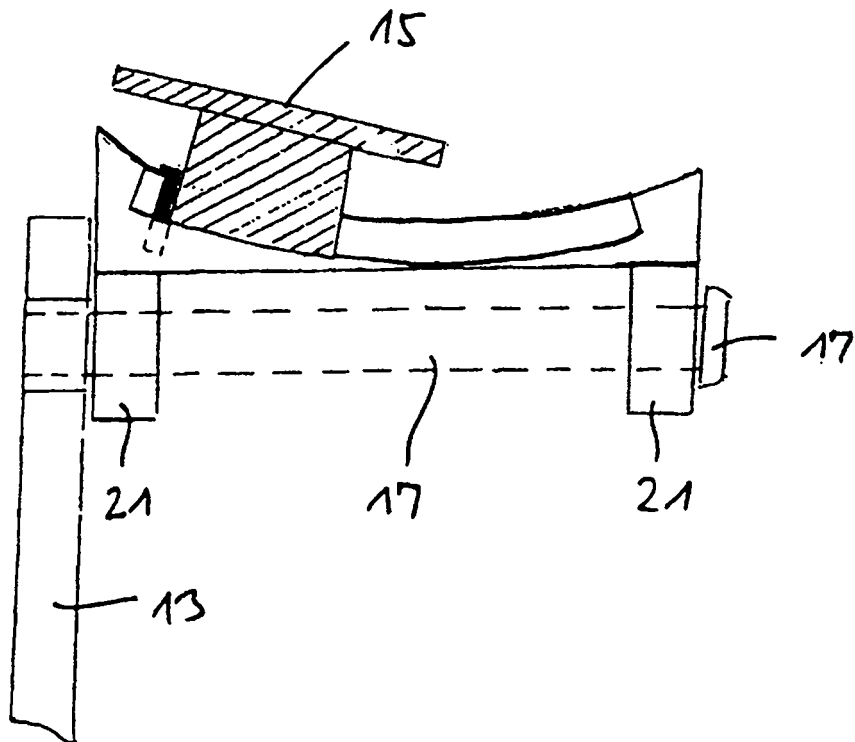


Fig. 6a

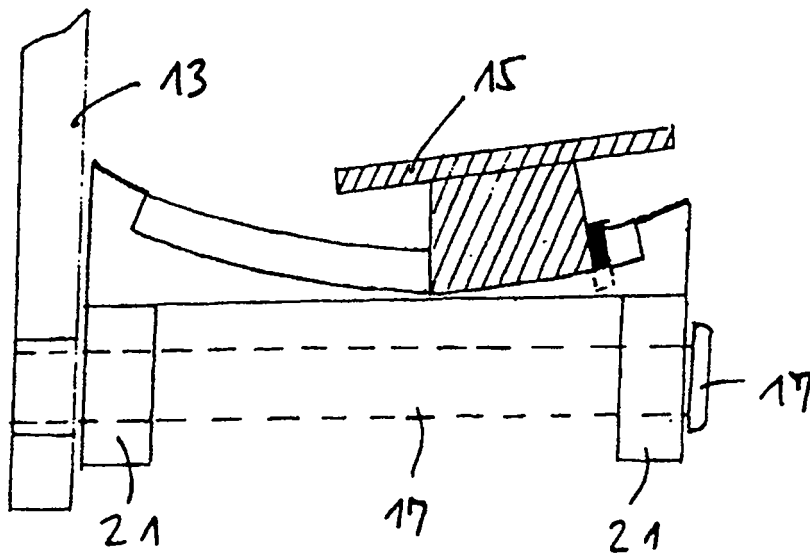


Fig. 6b

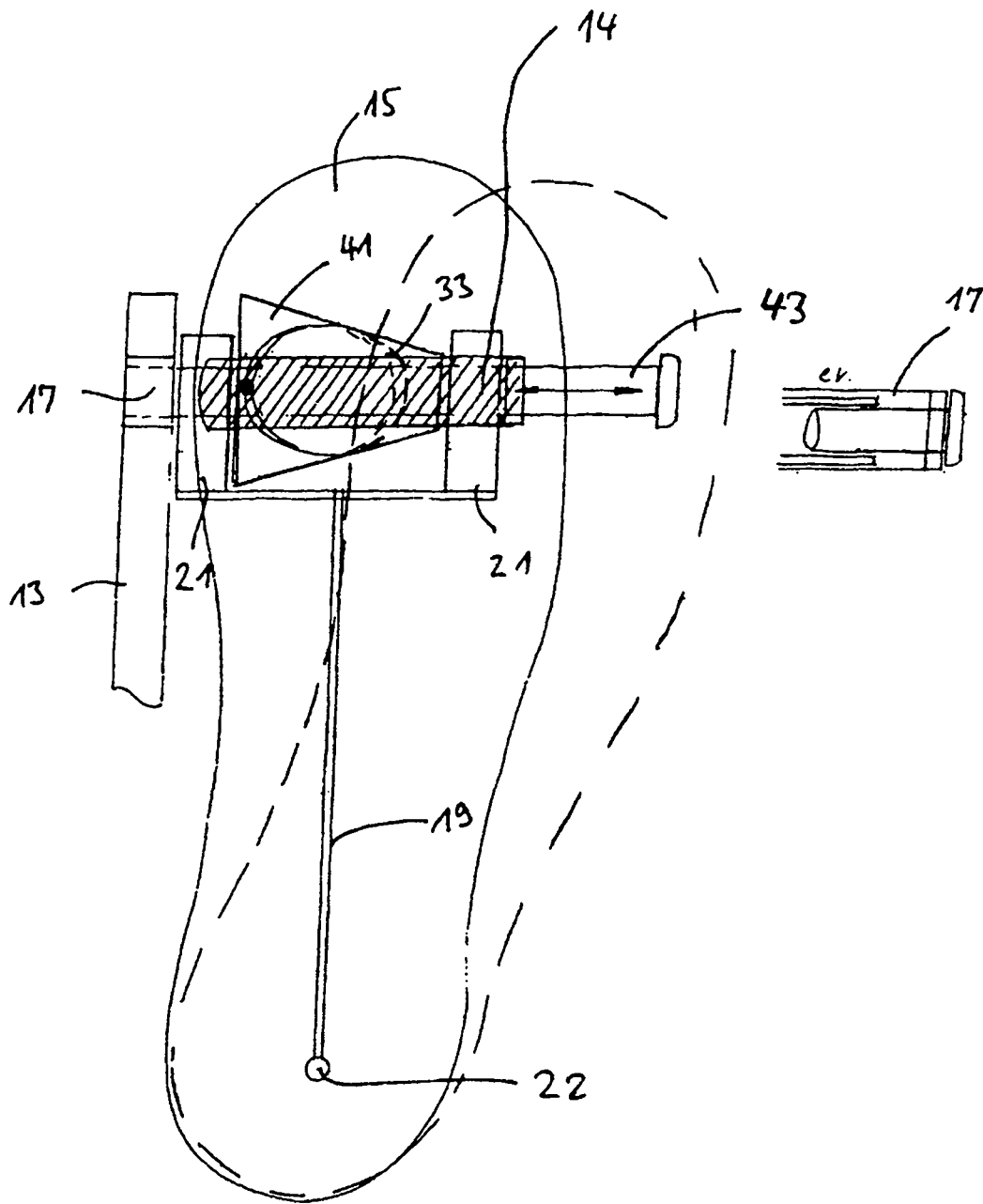


Fig. 7

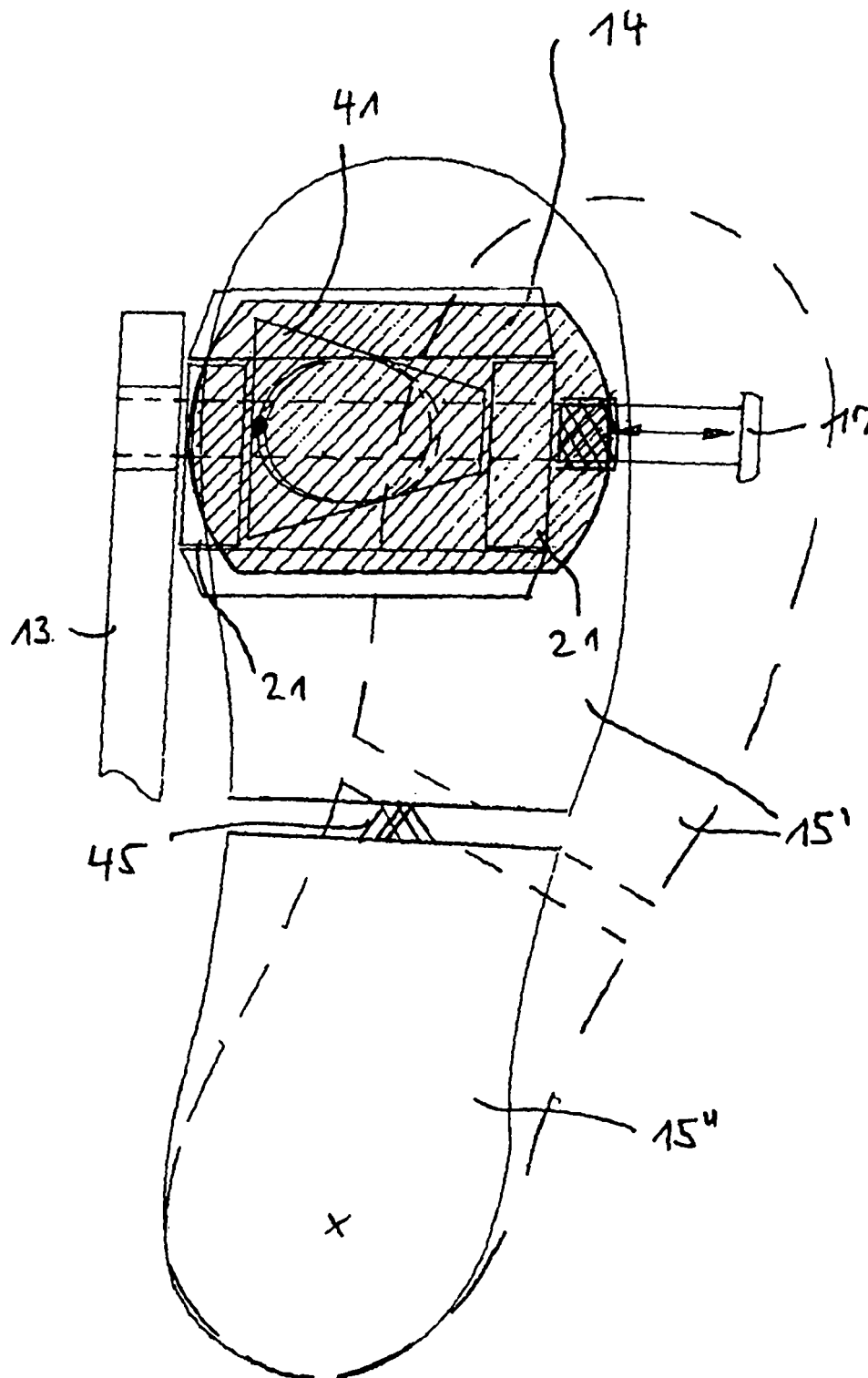


Fig. 8

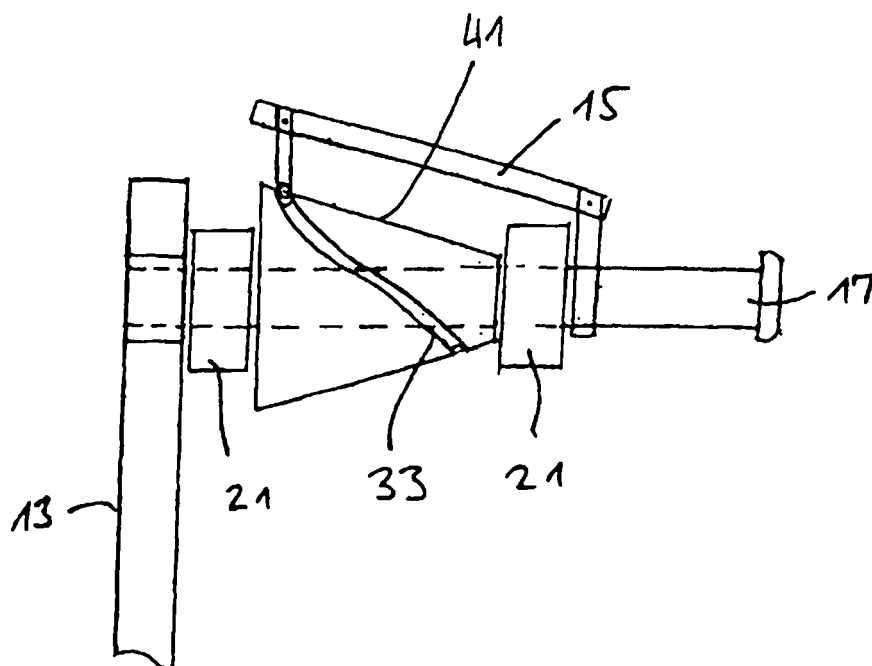


Fig. 9a

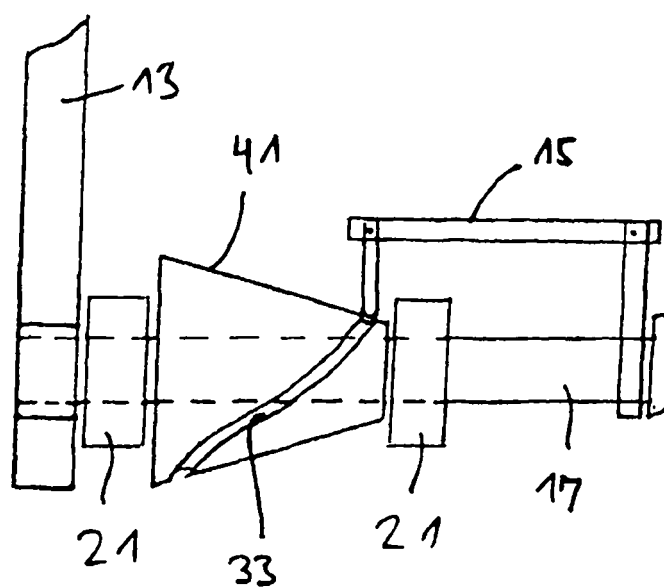


Fig. 9b

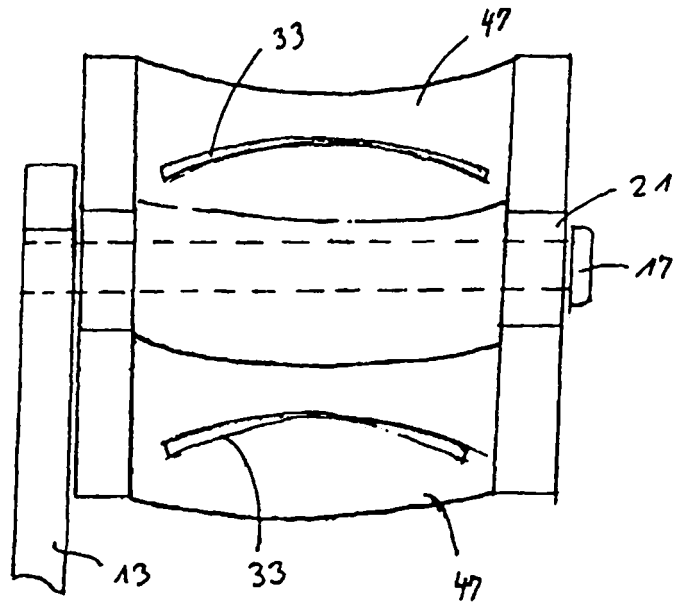


Fig. 10a

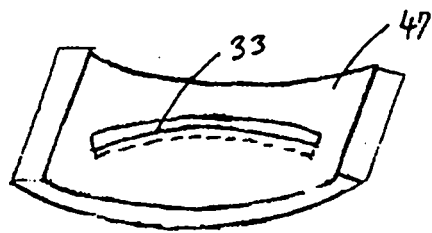


Fig. 10b

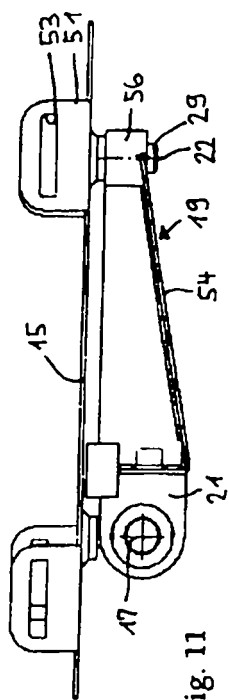


Fig. 11

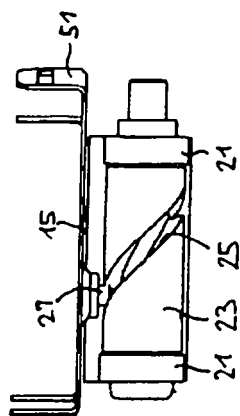


Fig. 12

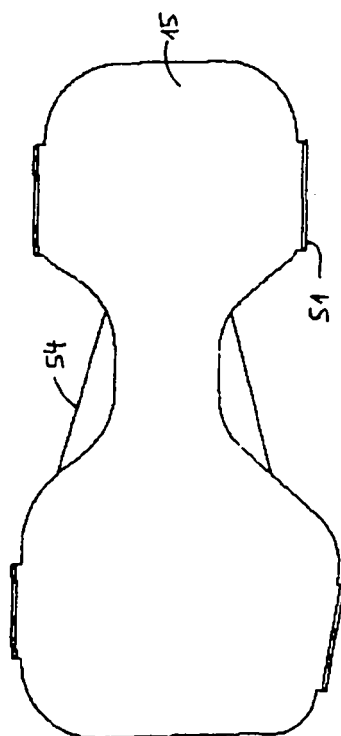


Fig. 13

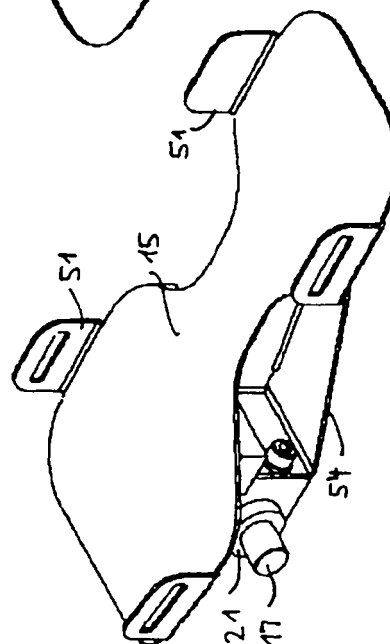


Fig. 14

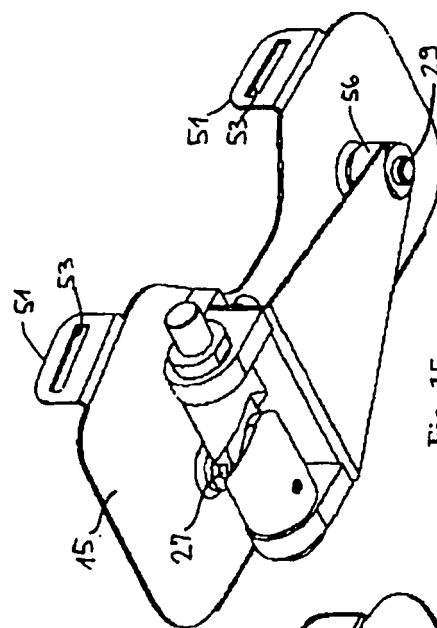


Fig. 15

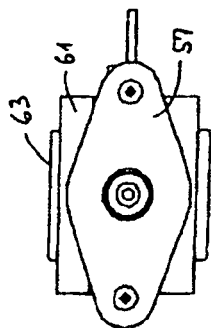


Fig. 17

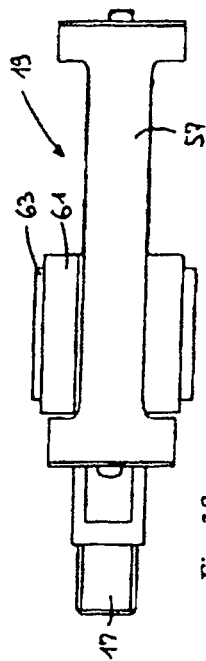


Fig. 18

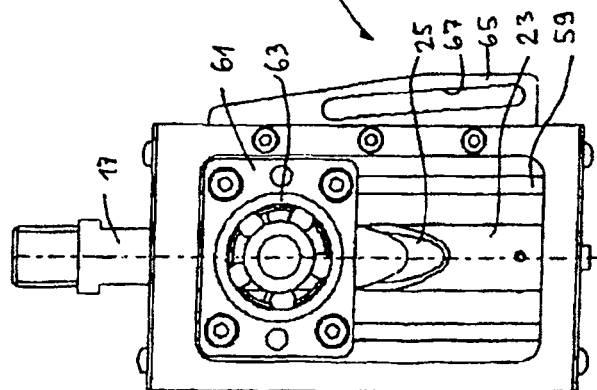


Fig. 16

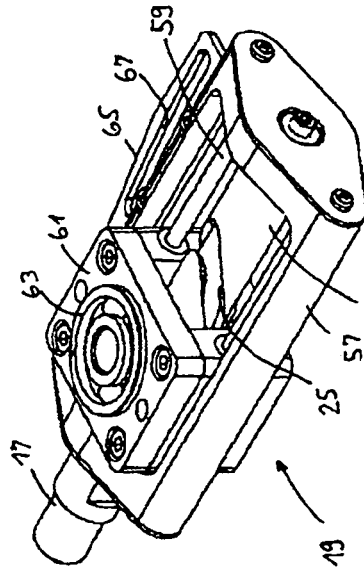


Fig. 19

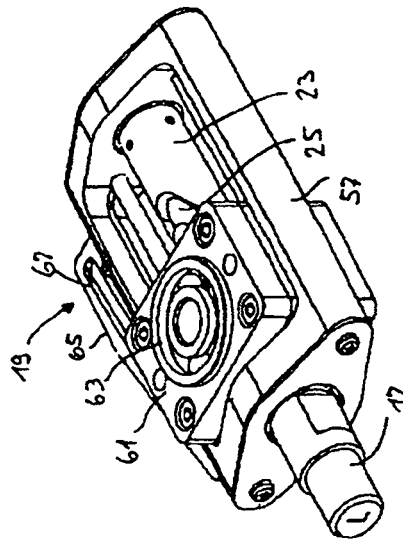


Fig. 20

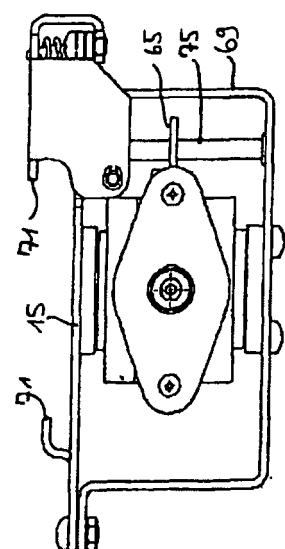


Fig. 22

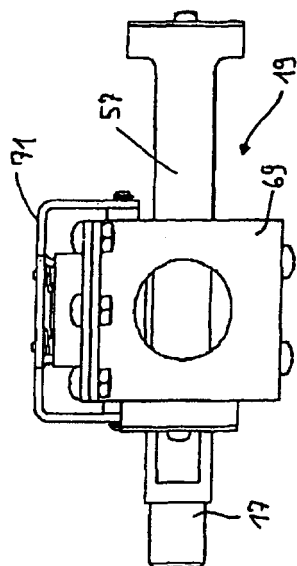


Fig. 23

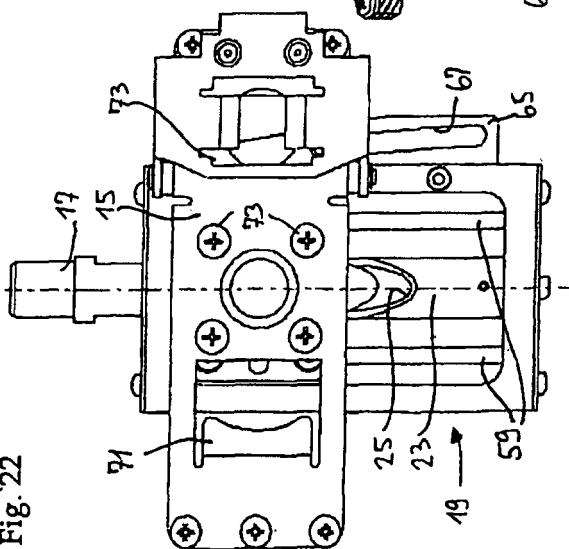


Fig. 21

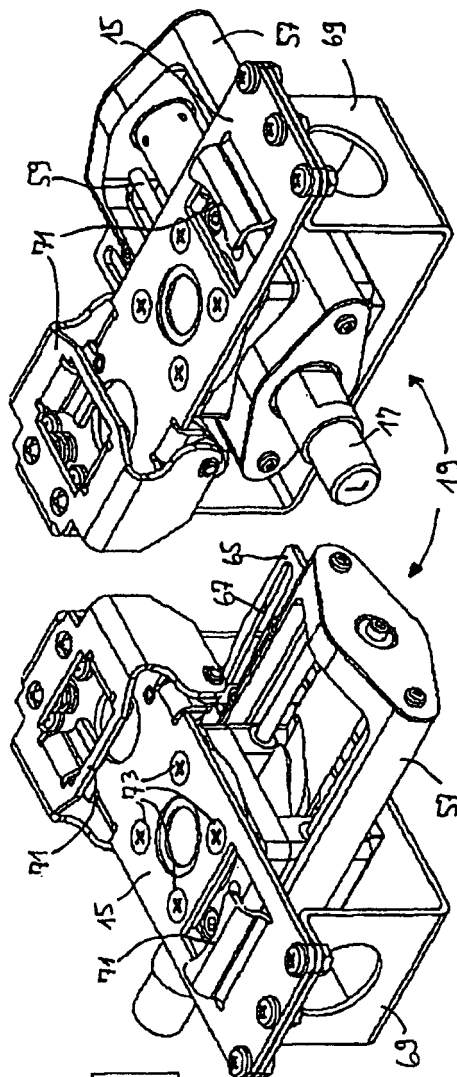


Fig. 24

Fig. 25

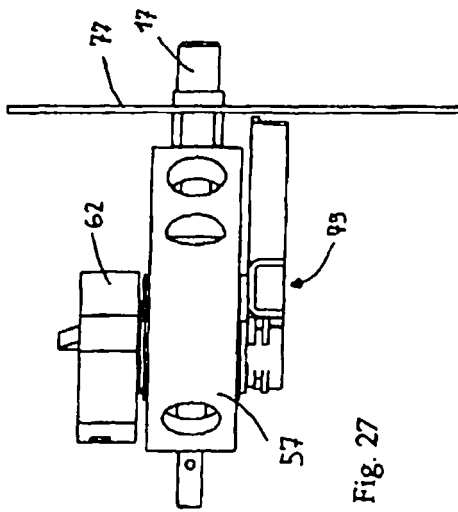


Fig. 27

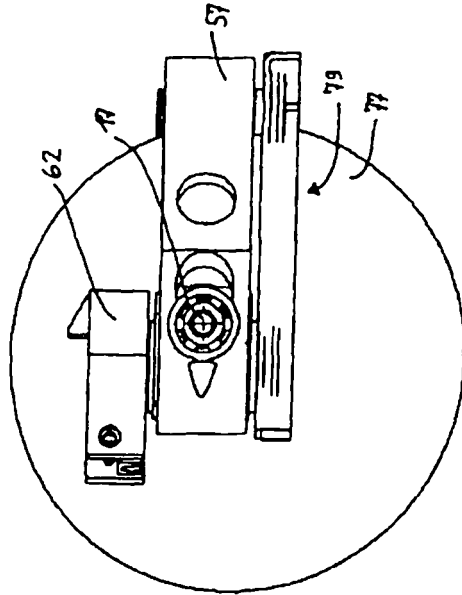


Fig. 28

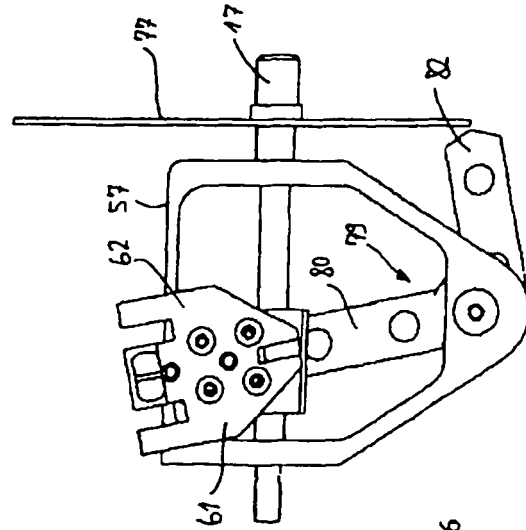


Fig. 26

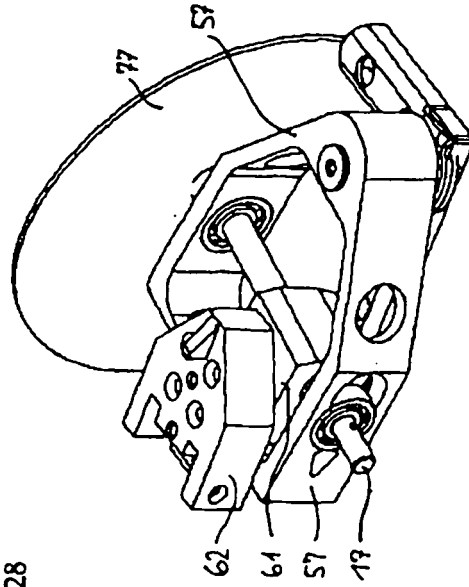


Fig. 29

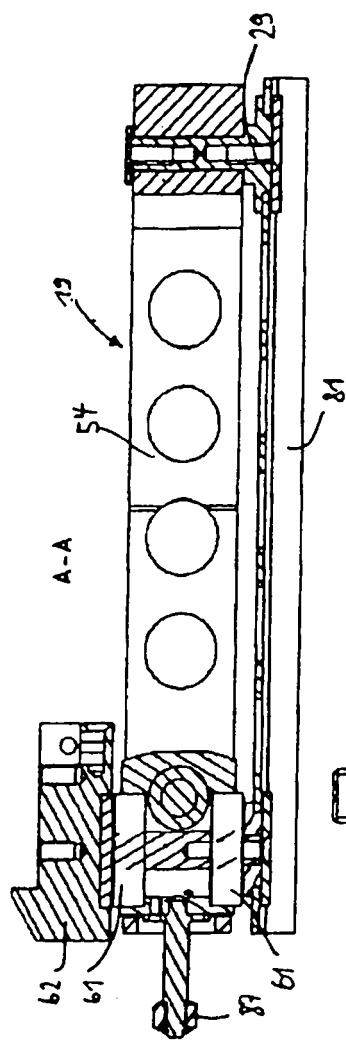


Fig. 31

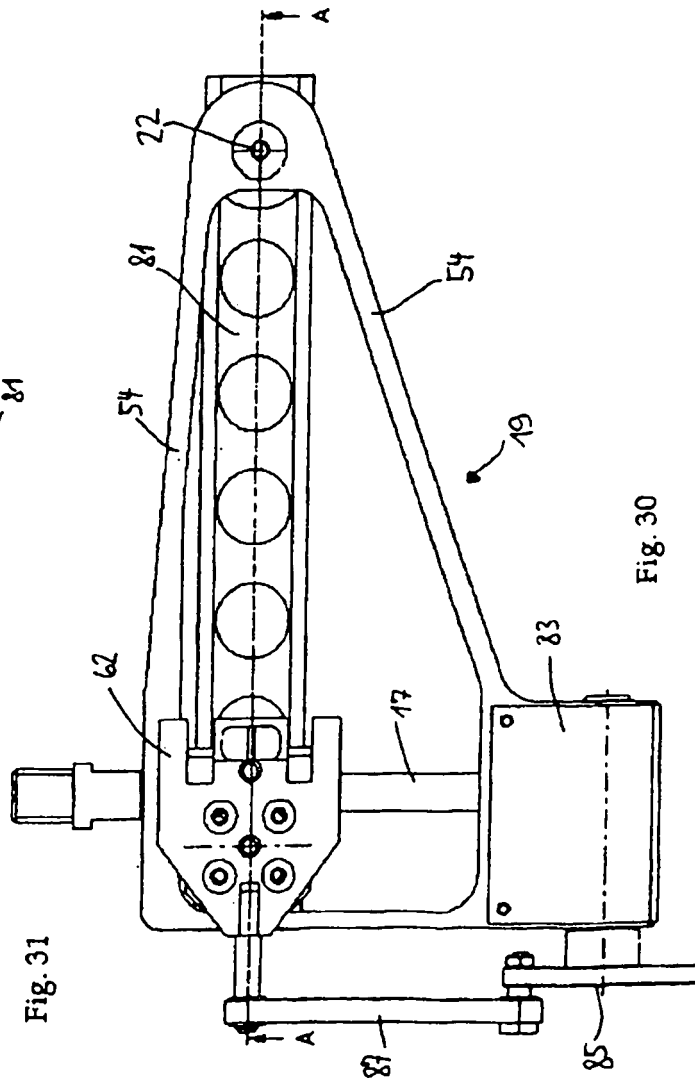


Fig. 30

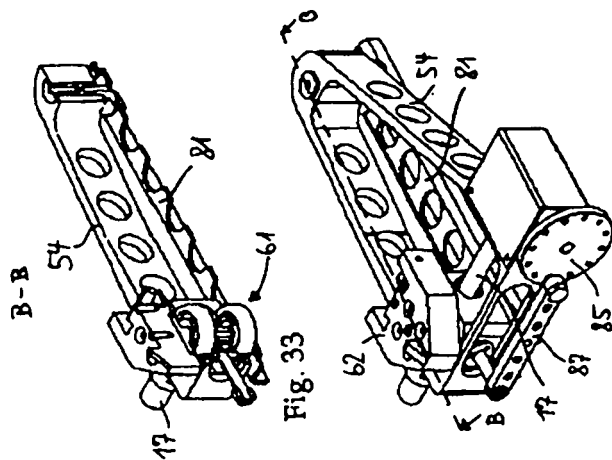


Fig. 33

Fig. 32

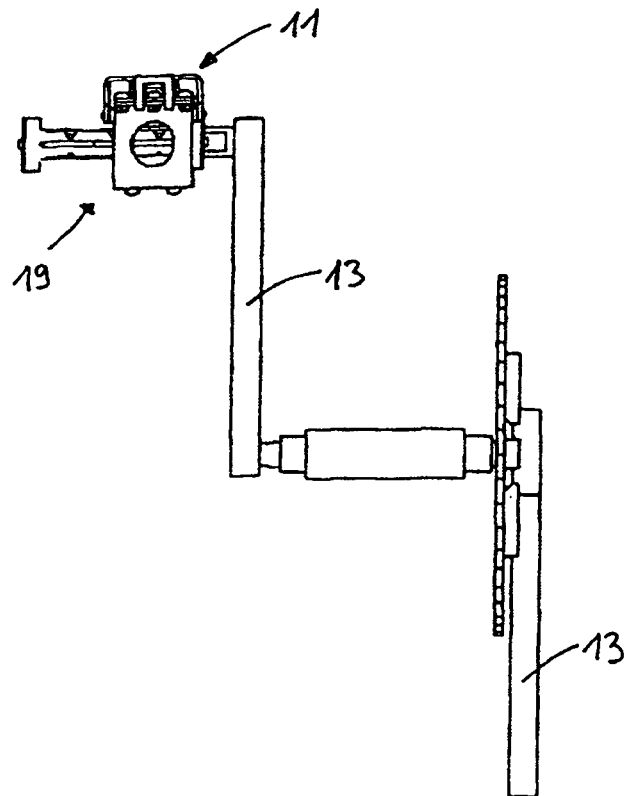


Fig. 34a

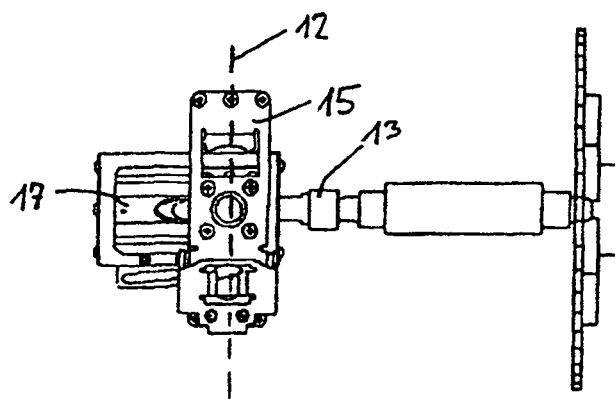


Fig. 34b

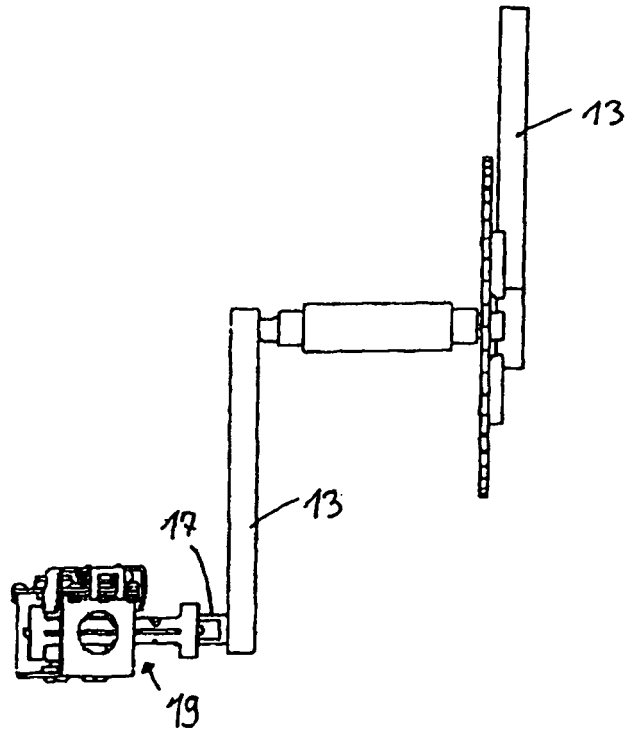


Fig. 35a

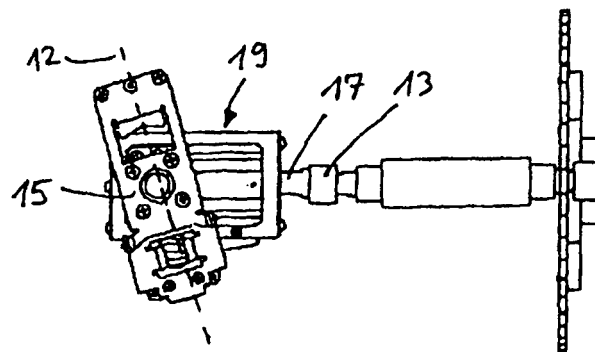


Fig. 35b

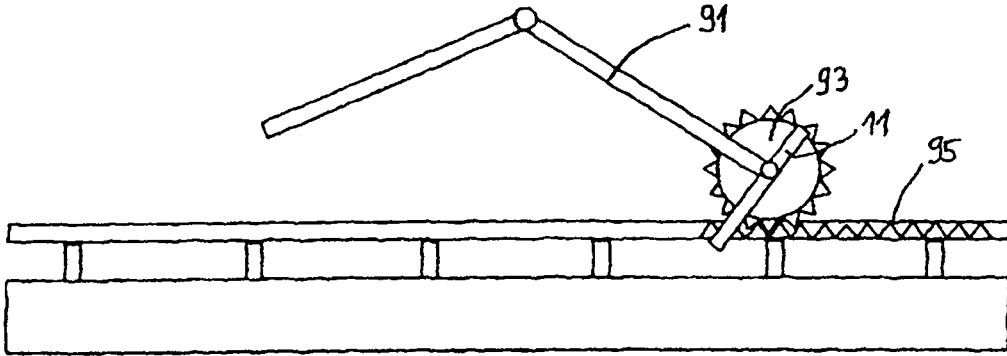


Fig. 36