

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 519**

51 Int. Cl.:
B21D 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08717637 .6**
- 96 Fecha de presentación: **11.03.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2134484**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.12.2009**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para laminar perfiles con sección transversal variable**

30 Prioridad:
12.03.2007 DE 102007011849

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.09.2012

73 Titular/es:
**DATA M SHEET METAL SOLUTIONS GMBH
AM MARSCHALLFELD 17
83636 VALLEY/OBERLAINDERN, DE**

72 Inventor/es:
**BACHTHALER, Andreas;
FREITAG, Stefan y
SEDLMAIER, Albert**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 387 519 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

Dispositivo y procedimiento para laminar perfiles con sección transversal variable.

La presente invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento según los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

5 El documento DE 100 11 755 A1 divulga un dispositivo de este tipo, con el que pueden generarse perfiles con secciones transversales variables regulando pares de rodillos con un movimiento de traslación y un movimiento de rotación. El documento DE 10 2004 040 257 A1 divulga un dispositivo similar con un rodillo adicional y un elemento de apoyo para una brida configurada en el producto semielaborado. Un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1 puede apreciarse en el documento EP 1 537 922 A1.

10 En el dispositivo conocido por el documento DE 100 11 755 A1 o en el procedimiento realizado con él se generan el movimiento de traslación y el movimiento de giro de manera ampliamente independiente uno de otro. En este caso, es desventajoso que el actuador lineal responsable del movimiento de traslación deba proporcionar él solo todo el trabajo de desplazamiento cuando se genera un movimiento de traslación puro, y que el actuador lineal responsable del movimiento de rotación debe proporcionar él solo todo el trabajo de giro cuando se genera un movimiento de rotación puro. Por tanto, los dos actuadores lineales, considerados conjuntamente, deben diseñarse, tanto por la potencia como por las dimensiones, más grandes de lo que sería preciso para lograr la potencia total efectivamente necesaria en funcionamiento.

15 La invención se basa en el problema de hacer posible la laminación de perfiles en frío o en caliente con sección transversal variable con ayuda de rodillos y matrices y por medio de accionamientos que sean de menor potencia y ahorren espacio.

20 El problema se resuelve en un dispositivo del género expuesto y el correspondiente procedimiento por medio de las características de las reivindicaciones independientes 1 y 12.

A diferencia del dispositivo conocido por el documento DE 100 11 755 A1, en el que el actuador lineal responsable del movimiento de traslación se extiende a lo largo de la línea de unión entre el apoyo fijo a la máquina del actuador lineal y el eje de giro del bastidor de rodillos, cada uno de los dos por lo menos actuadores lineales presentes está articulado en la invención al bastidor de rodillos en un punto distanciado del eje de giro del bastidor de rodillos. Expresado de otra manera, tanto un movimiento de traslación puro como un movimiento de rotación puro del bastidor de rodillos son generados conjuntamente por medio de los dos por lo menos actuadores lineales existentes. Se distribuyen así los trabajos de desplazamiento y de giro sobre los dos actuadores lineales, concretamente en particular de forma uniforme para los movimientos de traslación y rotación puros frecuentemente necesarios del bastidor de rodillos. Por tanto, los actuadores lineales pueden ser sensiblemente menos potentes y más compactos que los de los dispositivos de plegado conocidos.

25 En las reivindicaciones subordinadas se indican perfeccionamientos ventajosos de la invención.

Sigue una descripción de ejemplos de formas de realización de la invención con ayuda del dibujo, en los que:

35 la figura 1 muestra un bastidor de regulación para un bastidor de rodillos destinado a laminar perfiles en frío o en caliente con sección transversal variable;

la figura 2 muestra cuatro croquis de principio de variantes y perfeccionamientos del bastidor de regulación mostrado en la figura 1; y

la figura 3 muestra un ejemplo de realización adicional para un bastidor de regulación.

40 El bastidor de regulación mostrado en perspectiva en la figura 1 tiene una placa de base 2 rectangular alargada con dos carriles de guiado lineales 4 que se extienden a lo largo de los cantos longitudinales de la placa de base 2. En los dos carriles de guiado lineales 4 está montado de manera desplazable un carro 6, es decir, el carro 6 está montado de manera desplazable sobre la placa de base 2 en la dirección X del sistema de coordenadas cartesianas dibujado. En el carro 6 está montada en el centro de manera giratoria una placa de base 8 de un bastidor de rodillos, no mostrado que, en este ejemplo de realización, es circular, pero que en principio tiene una conformación arbitraria, es decir, la placa de base 8 está montada de manera giratoria en la dirección Y.

45 El bastidor de rodillos fijado a la placa de base 8 es de un tipo como el descrito en los documentos ya citados DE 100 11 755 A1 y DE 10 2004 040 257 A1 y contiene dispositivos de perfilado como, por ejemplo, rodillos y/o matrices. Un perfil o producto semielaborado a mecanizar es suministrado y hecho avanzar en la dirección Z en la figura 1 y es provisto de una sección transversal variable por regulación del bastidor de rodillos en la dirección X y alrededor del eje Y, pudiendo deformarse el perfil en frío o en caliente.

Paralelamente a cada carril de guiado lineal 4 y por encima del carro 6 se extiende un respectivo husillo roscado 10 cuyos extremos están montados sobre bloques de soporte fijados a la placa de base 2. Un extremo de cada husillo roscado 10 está acoplado axialmente con una unidad 12 de un motor eléctrico y un engranaje que está fijada a uno

de los bloques de soporte y que a continuación se denomina abreviadamente motor de accionamiento. Los dos motores de accionamiento 12 se presentan en la dirección X más allá de la placa de base 2 y están yuxtapuestos con sus ejes paralelos a la dirección X.

5 Además de la placa de base 2, en cada uno de los dos carriles de guiado lineales 4 está montado también desplazable un carro auxiliar 14, acoplándose cada husillo roscado 10 con una tuerca fijada al carro correspondiente 14 o con una rosca interior configurada en el mismo. Una biela de empuje 16 está acoplada articuladamente (es decir, por medio de una articulación de giro o de rótula) a cada uno de los dos carros auxiliares 14, y dicha biela de empuje 16 discurre aproximadamente paralela al carril de guiado lineal adyacente 4 hasta un punto en la placa de base 8 en el que la misma se acopla articuladamente (es decir, a través de una articulación de giro o de rótula) con la placa de base 8. Los puntos marcados con círculos pequeños en la placa de base 8, en los que las bielas de empuje 16 están acopladas con la placa de base 8, están enfrentados uno a otro, radial y equidistantemente, con respecto al eje (eje Y) de la placa de base 8 o del bastidor de rodillos que discurre en la dirección Y.

15 Si los husillos roscados 10 se accionan por medio de los motores de accionamiento 12 con la misma velocidad y en direcciones de giro opuestas, la placa de base 8 o el bastidor de rodillos es hecho girar por medio de las bielas de empuje 16 alrededor del eje Y. Si los husillos roscados 10 se accionan por medio de los motores de accionamiento 12 con la misma velocidad y en las mismas direcciones de giro, la placa de base 8 o el bastidor de rodillos es desplazado por medio de las bielas de empuje 16 en la dirección X. Gracias a la elección adecuada de las direcciones de giro y las velocidades de giro de los motores de accionamiento 12, la placa de base 8 o el bastidor de rodillos pueden ser sometidos a una combinación cualquiera de movimientos de rotación alrededor del eje Y y movimientos de traslación en la dirección X, es decir, se pueden mover en dos grados de libertad, para proveer a un producto semielaborado recién mecanizado con una sección transversal variable.

20 Las considerables fuerzas que surgen durante la transformación se distribuyen sobre ambos accionamientos. Tanto los pares de giro como las fuerzas de empuje que han de ser ejercidas se distribuyen uniformemente sobre ambos motores de accionamiento 12, de modo que éstos pueden dimensionarse más pequeños que en bastidores de regulación convencionales. Asimismo, los miembros de transmisión de fuerza desde los motores de accionamiento 12 hasta la placa de base 8 pueden dimensionarse más pequeños. Los motores de accionamiento 12 están dispuestos de modo que sean paralelos y no se muevan conjuntamente. Esto hace posible una distancia corta entre bastidores de rodillos que estén dispuestos en un respectivo bastidor de regulación como se muestra en la figura 1.

25 La figura 2 muestra croquis de principio en perspectiva de bastidores de regulación en un sistema de coordenadas cartesianas correspondiente a la figura 1. Están dibujadas aquí como puntos negros unas uniones articuladas (por ejemplo, por medio de articulaciones de giro o de rótula).

30 La figura 2a muestra un bastidor de regulación similar al de la figura 1, en donde los actuadores lineales que en la figura 1 constan de los elementos 10, 12, 14 y 16 están representados esquemáticamente en la figura 2 como unos actuadores lineales 20, 22 que presentan sendas bielas de empuje 20a, 22a móviles en vaivén que atacan en la placa de base 24 de un bastidor de rodillos, no mostrado, a través de bielas de empuje adicionales.

35 La figura 2b muestra el bastidor de regulación de la figura 2a, ampliado con un tercer actuador lineal 26 dispuesto entre los actuadores lineales 20, 22 y paralelo a ellos, el cual, por medio de una biela de empuje adicional 28 que, en una posición central del bastidor de regulación está inclinada aproximadamente en un ángulo de 45 grados con respecto a la dirección Y y a la dirección X, ataca a la placa de base 24 en un tercer punto de ataque que está distanciado de los puntos de ataque de los actuadores lineales 20, 22 y no está en línea con ellos.

40 En el bastidor de regulación de la figura 2b la placa de base 24 está montada desplazable adicionalmente en la dirección Y, de modo que ésta pueda trasladarse con ayuda del tercer actuador lineal 26 en un grado de libertad adicional.

45 Alternativamente, en el bastidor de regulación de la figura 2b la placa de base 24 puede estar montada pivotable alrededor del eje Z, en punto de poderse desplazar en la dirección Y, de modo que el grado de libertad logrado adicionalmente sea un grado de libertad en rotación en punto de serlo en traslación.

A pesar de esta funcionalidad adicional, este bastidor de regulación de la figura 2b no ocupa prácticamente más espacio que el bastidor de regulación de la figura 2a, y las fuerzas que surjan se siguen distribuyendo sobre un accionamiento.

50 La figura 2c muestra el bastidor de regulación de la figura 2, ampliado con unos actuadores lineales tercero y cuarto 30, 32 con una respectiva biela de empuje adicional, los cuales están dispuestos perpendicularmente a los actuadores lineales 20, 22 y atacan en dos puntos de ataque de la placa de base 24 que están distanciado de los puntos de ataque de los actuadores lineales 20, 22 y están enfrentados uno a otro, radial y equidistantemente, con respecto al eje (eje X) de la placa de base 24 que discurre en la dirección X.

55 El bastidor de regulación de la figura 2c puede moverse con los actuadores lineales 20, 22, 30 y 32 en cuatro grados de libertad. Para ello, la placa de base 24 debe montarse con cuatro grados de libertad. En vez de con cojinetes de giro y deslizamiento como en los ejemplos de realización anteriores, esto se consigue de manera sensiblemente

sencilla con dos bielias de empuje adicionales quinta y sexta 34, 36 que están unidas en un extremo con puntos 38 fijos a la máquina y atacan por el otro extremo en algunos puntos del bastidor de rodillos que no están en el plano de la placa de base 24, por ejemplo en los extremos de una barra axial a través de la placa de base 24, como se muestra esquemáticamente en la figura 2c.

- 5 Si estas bielias de empuje quinta y sexta 34 y 36, en punto de unirse con los puntos 38 fijos a la máquina, se unen con un quinto y un sexto actuadores lineales 40, 42, respectivamente, se obtiene entonces el ejemplo de realización de la figura 2d, en el que el bastidor de rodillos es móvil en seis grados de libertad, tres en rotación y otros tres en traslación.

- 10 Por lo demás, los actuadores lineales y las bielias de empuje deben estar dispuestos no paralelos o perpendiculares uno a otro, como se muestra en la figura 2, sino que, con ciertas excepciones, pueden ocupar sustancialmente cualquier posición en el espacio. Asimismo, los puntos de ataque de los actuadores lineales están en la placa de base 24 o en el bastidor de rodillos son, con algunas excepciones, sustancialmente arbitrarios.

- 15 Por lo demás, un sistema de posicionamiento como en la figura 2a se denomina bípode, un sistema de posicionamiento como en la figura 2c se denomina trípode, un sistema de posicionamiento como en la figura 2c se denomina tetrápode y un sistema de posicionamiento como en la figura 2d se denomina hexápode o hexadeslizador, tal como es básicamente conocido. Además, existen los denominados pentápodos que pueden imaginarse tales que uno de los actuadores lineales de la figura 2d se sustituya por un punto fijo a la máquina, siendo posibles también movimientos en todas las direcciones espaciales.

- 20 Durante la utilización de tales sistemas de posicionamiento en un bastidor de rodillos para laminar perfiles en frío o en caliente con sección transversal variable por medio de rodillos y matrices, se da especialmente la circunstancia de que las fuerzas que actúan en funcionamiento se distribuyen sobre todos los accionamientos. En efecto, las fuerzas que actúan o se deben ejercer sobre un bastidor de rodillos son especialmente altas y los ahorros de dimensionamiento debido a la distribución de fuerzas tienen aquí una repercusión especialmente ventajosa, ya que hacen posible disponer bastidores de rodillos muy cercanos uno de otro, de modo que incluso perfiles relativamente esbeltos pueden ser provistos de secciones transversales variables que, debido a bastidores de regulación en voladizo, no se podrían obtener hasta ahora por medio de una laminación.

- 25 La figura 3 muestra un ejemplo de realización adicional para un bastidor de regulación que es similar al bastidor de regulación mostrado en la figura 1 en tanto que presenta también una placa de base 2' rectangular alargada, dos carriles de guiado lineales 4' fijados sobre la placa de base 2', un carro 6' desplazable a lo largo de unos carriles de guiado lineales 4' y una placa de base 8' de un bastidor de rodillos montada de forma giratoria sobre el carro 6'.

- 30 A diferencia del ejemplo de realización de la figura 1, los accionamientos lineales no se forman cada uno de ellos con un husillo roscado 10, un motor de accionamiento 12, un carro auxiliar 14 y una biela de empuje 16, sino con un respectivo elemento de máquina que comprende un bloque de soporte 44 montado horizontalmente de manera giratoria sobre la placa de base 2', una biela de empuje 46 que atraviesa el bloque de soporte 44 y que está articulada en un extremo a la placa de base 8', y un motor de accionamiento 48.

- 35 La biela de empuje 46 puede ser un husillo que atraviese una tuerca de husillo en el bloque de soporte 44 y sea girado por el motor de accionamiento 48 a través de un engranaje intermedio, debiendo articularse en sí de manera giratoria la biela de empuje 46 en un extremo a la placa de base 8'. La biela de empuje 46 puede ser también un husillo que sea girado por el motor de accionamiento 48 y atraviese una tuerca de husillo articulada a la placa de base 8'. En soluciones de husillo de este tipo para las bielias de empuje 46 se tiene, naturalmente, que el par de giro producido debe ser soportado o bien debe ser introducido a través del motor. Alternativamente, la biela de empuje 46 puede ser una barra que sea empujada hacia delante y hacia atrás de alguna otra manera por parte del motor de accionamiento 48.

- 40 Por tanto, en el ejemplo de forma de realización de la figura 3 los actuadores lineales son elementos de máquina montados de manera giratoria en ambos extremos, que pueden utilizarse también en las variantes y los perfeccionamientos de la figura 2 empleando, en punto de cojinetes de giro, unos acoplamientos que estén articulados en varias dimensiones.

- 45 En el ejemplo de forma de realización de la figura 3 las dos bielias de empuje 46 se extienden exactamente paralelas una a otra sólo en el caso especial de que sean proyectadas hacia fuera en la misma medida. En otros casos, se aproximan una a otra en dirección a la placa de base 8'. Para contrarrestar la reducción del par de giro resultante de ello en determinados ángulos de giro de la placa de base 8, los dos bloques de soporte 44 podrían ser de antemano más alejados uno de otro o dispuestos más cerca uno de otro de lo que se muestra en la figura 3, según las características de par de giro que sean las más favorables en el caso de aplicación. Asimismo, en los ejemplos de realización descritos anteriormente no es necesario que los actuadores lineales o cada dos actuadores lineales o algunos elementos de los actuadores lineales sean exactamente paralelos uno a otro, si bien esto simplifica la construcción y el control.

- 50 Según el caso de aplicación, puede tomarse en consideración también el hecho de articular los actuadores lineales a la placa de base no en puntos diametralmente opuestos uno a otro, como se muestra en los ejemplos de realización,

sino en puntos que formen ángulos diferentes de 180° con respecto al eje de giro de la placa de base y que tengan posiblemente también diferentes distancias al eje de giro de la placa de base. Asimismo, pueden lograrse de esta manera determinadas características de par de giro deseadas.

5 Los actuadores lineales tampoco deben discurrir ortogonalmente al eje de giro del bastidor de rodillos. En algunas aplicaciones puede ser también favorable una disposición más o menos inclinada de los actuadores lineales con respecto al eje de giro del bastidor de rodillos.

10 La invención no está limitada a los ejemplos de realización anteriormente descritos. Así, el accionamiento puede realizarse de manera eléctrica, hidráulica, neumática y/o mecánica por medio de motores eléctricos, motores lineales, cilindros hidráulicos, motores hidráulicos, motores neumáticos o electrocilindros (accionamiento eléctrico sin par de giro eficaz hacia fuera). Por ejemplo, pueden realizarse accionamientos mecánicos con husillos roscados, transmisiones a bolas, cremalleras, accionamientos pivotantes, mecanismos de abrazamiento, cilindro/émbolo y otros elementos de transmisión de fuerza.

15 Cuando las características técnicas citadas en alguna de las reivindicaciones están provistas de símbolos de referencia, estos símbolos de referencia se incluyen solamente para aumentar la claridad de comprensión de las reivindicaciones. De manera correspondiente, estos símbolos de referencia no tienen ninguna repercusión limitativa sobre el ámbito de protección de cada elemento que se designe a modo de ejemplo por medio de tales símbolos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para plegar un producto semielaborado plano para obtener un perfil con sección transversal variable en toda su longitud, que comprende por lo menos un bastidor de rodillos, que presenta unos dispositivos de perfilado en forma de rodillos y/o matrices, entre los cuales puede hacerse pasar longitudinalmente el producto semielaborado, y por lo menos dos actuadores lineales (10, 12, 14, 16; 20, 22; 44, 46, 48), estando dispuestos dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes para generar movimientos de traslación de dicho por lo menos un bastidor de rodillos transversalmente a la longitud (Z) del producto semielaborado y movimientos de rotación de dicho por lo menos un bastidor de rodillos alrededor de un eje (Y) del mismo, caracterizado porque cada uno de dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes (10, 12, 14, 16; 20, 22; 44, 46, 48) está articulado en el bastidor de rodillos en un punto distanciado del eje (Y).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos dos respectivos actuadores lineales (10, 12, 14, 16; 20, 22; 44, 46, 48) dispuestos paralelos o sustancialmente paralelos entre sí.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes presentan unos accionamientos lineales (10, 12, 14) que, a través de unas bielas de empuje (16) acopladas articuladamente en ambos extremos están acoplados al bastidor de rodillos en puntos sustancialmente opuestos entre sí con respecto al eje (Y) del bastidor de rodillos.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada actuador lineal presenta un husillo roscado (10) con un motor (12) para girar el mismo, un carro (14) desplazable sobre una guía lineal (4) a lo largo del husillo roscado y que está en acoplamiento con el mismo y una biela de empuje (16), estando un extremo de la misma unido articuladamente con el carro y estando su otro extremo unido articuladamente con el punto en el bastidor de rodillos, en el que está acoplado el actuador lineal.
5. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes (44, 46, 48) están apoyados articuladamente en una placa de base (2') del dispositivo.
6. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque el bastidor de rodillos presenta una placa de base (8; 8'), que se extiende paralela a una placa de base (2; 2'), sobre la cual están montados los actuadores lineales (10, 12, 14, 16; 44, 46, 48), y que está montada de manera giratoria alrededor de su eje central y de manera desplazable paralelamente a los actuadores lineales, siendo los puntos del bastidor de rodillos, en los que están acoplados los actuadores lineales unos puntos de la placa de base diametralmente opuestos entre sí con respecto al eje central de la placa de base.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, además de dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes (20, 22), está previsto un actuador lineal adicional (26) para generar un movimiento de traslación del bastidor de rodillos en una dirección diferente a la del movimiento de traslación mencionado en la reivindicación 1 o un movimiento de rotación del bastidor de rodillos en una dirección distinta de la del movimiento de rotación mencionado en la reivindicación 1.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque el actuador lineal adicional (26) está dispuesto paralelo o sustancialmente paralelo a dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes (20, 22).
9. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos en total cuatro actuadores lineales (20, 22, 30, 32) acoplados con el bastidor de rodillos para la traslación y rotación del bastidor de rodillos en cuatro grados de libertad, estando acoplado el bastidor de rodillos, por medio de dos bielas de empuje (34, 36), con unos puntos (38) fijos a la máquina.
10. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque están previstos en total seis actuadores lineales (20, 22, 30, 32, 40, 42) acoplados con el bastidor de rodillos para la traslación y rotación del bastidor de rodillos en seis grados de libertad.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los actuadores lineales presentan cada uno de ellos un husillo roscado, un cilindro hidráulico o un motor lineal.
12. Procedimiento para laminar un producto semielaborado plano para obtener un perfil con sección transversal variable en toda su longitud, en el que el producto semielaborado pasa longitudinalmente a través de unos dispositivos de perfilado en forma de rodillos y/o matrices, que están montados en por lo menos un respectivo bastidor de rodillos, cuyo bastidor de rodillos, durante el laminado, es desplazado por lo menos por dos actuadores lineales (10, 12, 14, 16; 20, 22; 44, 46, 48) en traslación transversalmente a la longitud (Z) del producto semielaborado y en rotación alrededor de un eje (Y) del bastidor de rodillos, caracterizado porque tanto un movimiento de traslación puro como un movimiento de rotación puro del bastidor de rodillos se generan conjuntamente por medio de dichos por lo menos dos actuadores lineales existentes (10, 12, 14, 16; 20, 22; 44, 46, 48).
13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque dicho por lo menos un bastidor de rodillos se

ES 2 387 519 T3

mueve en n grados de libertad por medio de n ($n = 1, 2, \dots, 6$) actuadores lineales (10, 12, 14, 16; 20, 22, 30, 32, 40, 42; 44, 46, 48).

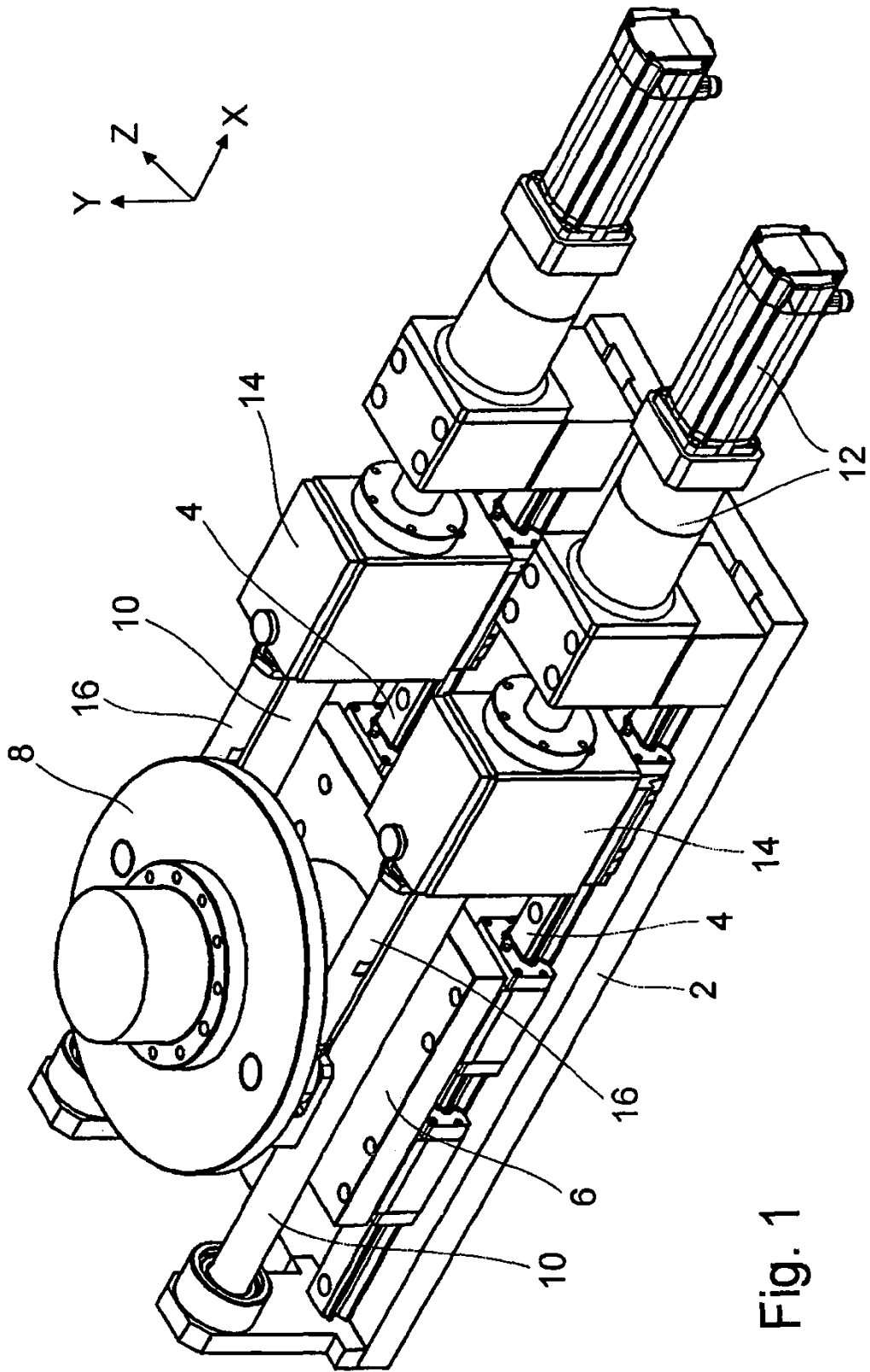


Fig. 1

Fig. 2a

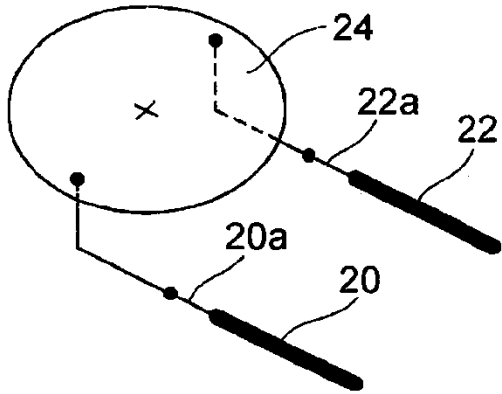


Fig. 2b

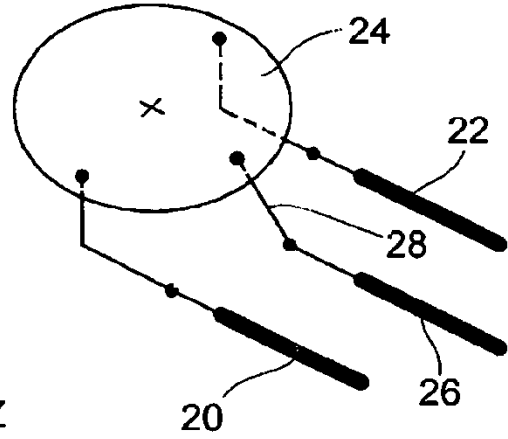


Fig. 2c

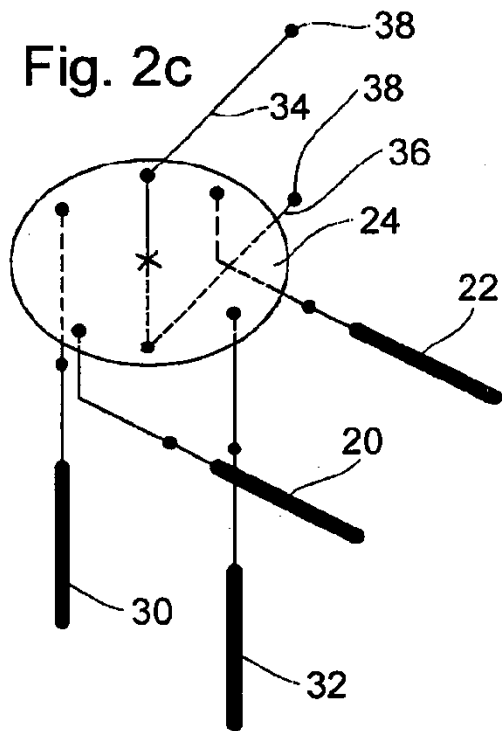
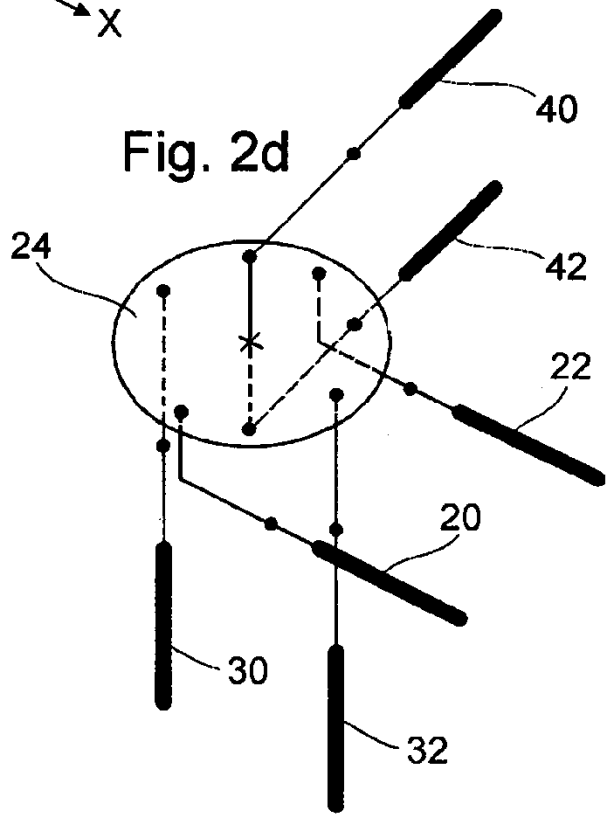


Fig. 2d



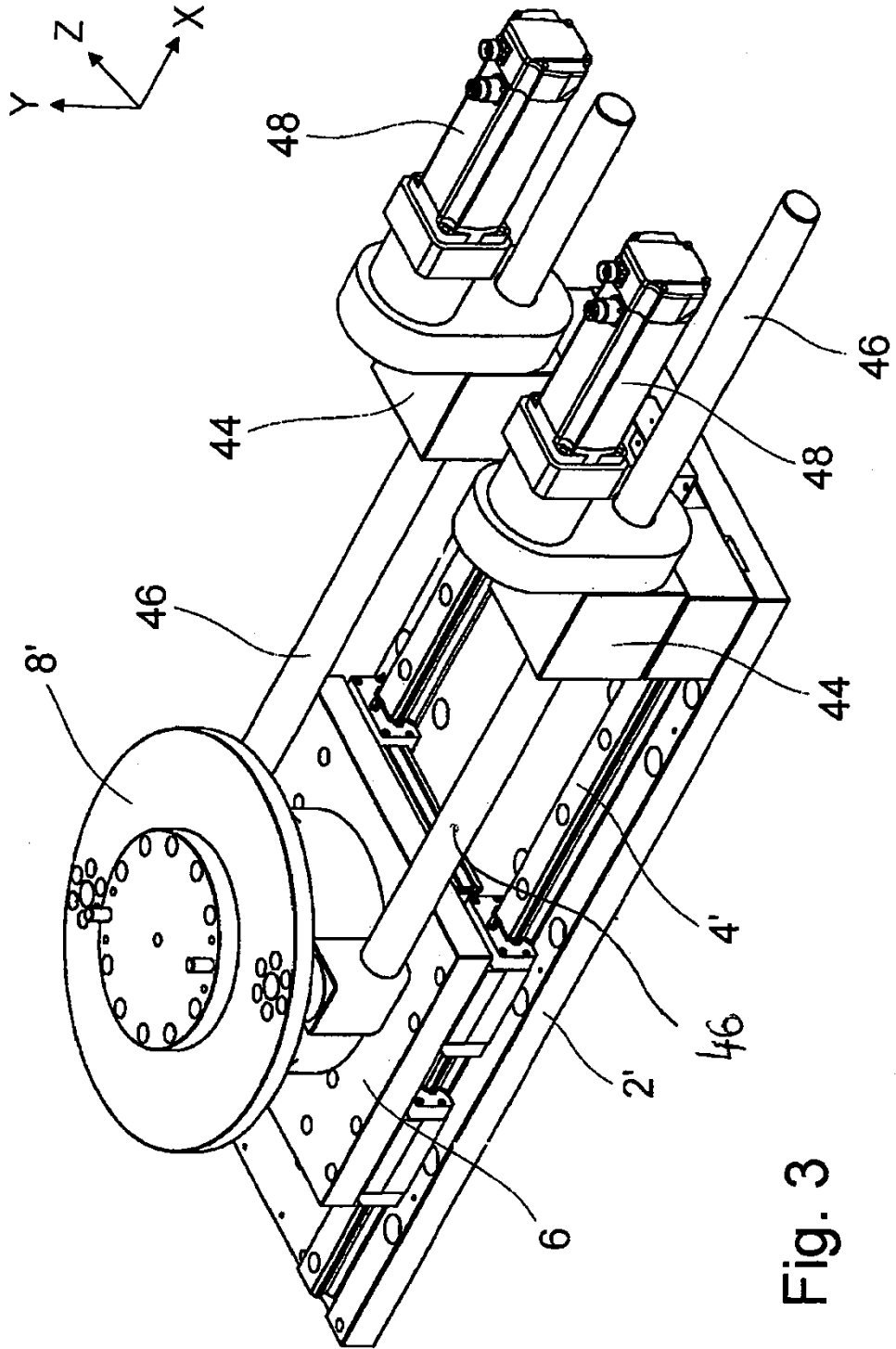


Fig. 3