

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 210**

51 Int. Cl.:

G01B 21/04 (2006.01)

G01B 21/02 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)

G01D 5/347 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2001 E 01107190 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2013 EP 1180662**

54 Título: **Transductor de posición**

30 Prioridad:

15.08.2000 JP 2000246419

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

18.09.2013

73 Titular/es:

**MORI SEIKI CO., LTD. (100.0%)
106 Kitakoriyama-cho, Yamamoto-Koriyama City
Nara 639-1160, JP**

72 Inventor/es:

NISHI, EIICHI

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 423 210 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

Transductor de posición

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un transductor de posición para utilizarlo instalado en el cuerpo de una máquina herramienta, un equipo industrial, un equipo de medida de precisión o similar, cada uno de ellos provisto de una parte móvil o movable y de una parte fija, las cuales se mueven linealmente una con respecto a la otra, para medir una cantidad del trayecto y de la posición desplazada de la parte móvil con respecto a la parte fija.

Descripción del Estado de la técnica relacionado

10 El transductor de posición está instalado en una parte móvil y una parte fija de la máquina herramienta, del equipo industrial, del equipo de medida de precisión o similar (será referida simplemente como "cuerpo de máquina" de aquí en adelante), los cuales se mueven linealmente una con respecto a otra, para medir una cantidad del trayecto y de la posición desplazada de la parte móvil con respecto a la parte fija, por ejemplo.

15 Los traductores de posición convencionales incluyen una escala graduada alargada prevista para detectar una posición durante el movimiento relativo de las partes móvil y fija, y una unidad sensora, la cual tiene dispuesta en la misma un cabezal de detección, el cual lee una graduación dispuesta sobre la escala. La escala está fijada a la parte fija mientras que la unidad sensora esta fijada a la parte móvil. La unidad sensora incluye un deslizador dispuesto sobre la escala para leer un desplazamiento sobre la graduación, por medio del cabezal de detección, y un soporte acoplado al deslizador para avanzar junto con la parte móvil del cuerpo de la máquina, estando acoplado el deslizador al carro mediante un acoplamiento.

20 En el transductor de posición constituido como el anterior, dado que el soporte avanza junto con la parte móvil del cuerpo de la máquina, con un movimiento lineal, el deslizador es presionado o empujado por el acoplamiento que conecta el deslizador y al soporte, mediante el acoplador, contra el soporte y se desplaza sobre y longitudinalmente a la escala. El transductor de posición lee, mediante el cabezal de detección dispuesto sobre el deslizador, un desplazamiento del deslizador sobre la graduación de la escala, para medir una cantidad del trayecto y de la posición desplazada de la parte móvil con respecto a la parte fija.

25 En el transductor de posición convencional, dado que la parte móvil del cuerpo de la máquina, instalada como se ha descrito, se mueve linealmente, el soporte se mueve siguiendo un movimiento ondulante o creciente de la parte móvil del cuerpo de la máquina. También, en el transductor de posición, el deslizador esta dispuesto en contacto con la escala y se mueve siguiendo una condición de superficie de la escala, de forma más específica, una ondulación o crecimiento de la superficie de de la escala. Es decir, en el transductor de posición, se miden una posición relativamente móvil y una distancia movida relativa, mediante el deslizador y el soporte destinados para movimientos diferentes, respectivamente, y de manera que las posiciones del deslizador y del soporte son posiblemente desviadas entre sí, durante el transcurso de una medida. En el transductor de posición de este tipo, el deslizador y el soporte están acoplados entre sí, aplicando una fuerza al deslizador o al soporte, de forma independiente, a un punto de contacto en el acoplamiento que conecta el deslizador y el soporte. De forma que, la desviación posicional anterior provoca un vector dinámico en una dirección distinta a la dirección del movimiento del deslizador, en otras palabras, en una dirección en la cual el movimiento lineal del deslizador está impedido, lo cual resulta en un error de medida debido a un error de retorno o en una degradación de la precisión de repetibilidad. Generalmente, cuando el transductor de posición está constituido para obtener un alto rendimiento y una alta resolución, entre otros, una fricción de contacto, debida al vector dinámico desarrollado en el acoplamiento que conecta el deslizador y el soporte, impedirá al deslizador moverse linealmente, lo cual influenciará la precisión de repetibilidad y el error de retorno.

40 Para solucionar el problema anterior, se ha propuesto proporcionar, en el acoplamiento que conecta el deslizador y el carro, un mecanismo universal cuya posición es variable para satisfacer una instalación fuera de tolerancia y unas dimensiones de la pieza fuera de tolerancia.

45 Como una de dichas soluciones al problema anterior, se conoce un transductor de posición de la descripción en la solicitud de patente japonesa publicada no examinada No. 4-231810, en la cual una unidad de escaneado, la cual escanea una placa con escala, es montada, con una acoplamiento fijado en una dirección de medida, en una base de montaje de la máquina herramienta, consistiendo el acoplamiento en una primera pieza de acoplamiento con forma de placa fijada a la unidad de escaneado y una segunda pieza de acoplamiento con forma de pasador, fijada a un carro y la cual tiene una cara extrema esférica, y se proporciona una capa del deslizamiento entre las piezas del acoplamiento. En este transductor de posición por tanto constituido, se genera un rozamiento no medible entre las

piezas de acoplamiento, para prevenir la degradación de la precisión de medida incluso cuando tiene lugar un movimiento relativo.

5 Como otra de dichas soluciones, un traductor de posición es conocido de la descripción de la solicitud de patente japonesa publicada no examinada No. 5-87552, en la cual un miembro de acoplamiento intermedio se acopla, de forma deslizante, a un lado del deslizador del miembro de acoplamiento y el acoplamiento intermedio y un lado del carro del miembro de acoplamiento se ponen en contacto lineal entre sí en una conexión cóncavo - convexa, para corregir un error de precisión detectado.

10 En el transductor de posición descrito en la solicitud de patente japonesa publicada no examinada No. 5-87552, el miembro de acoplamiento intermedio y el lado del deslizador del miembro de acoplamiento ponen en contacto lineal entre sí en una relación cóncavo - convexa, para formar un mecanismo de acoplamiento universal. En este mecanismo de acoplamiento universal, el lado del deslizador del miembro de acoplamiento y el miembro de acoplamiento intermedio se mueven con un rozamiento entre ellos, mientras que están en contacto superficial debido a la rectitud de la vibración de la máquina y del recorrido y la de la escala. Concretamente, cuando el rozamiento entre el miembro de acoplamiento intermedio y el lado de carro del miembro de acoplamiento excede una asegurada por la conexión cóncavo - convexa, los miembros de acoplamiento deslizan entre sí con un cambio en la relación regular entre ellos, pero dado que la fuerza de rozamiento cambia, si hay una diferencia en la rugosidad superficial entre los miembros de acoplamiento, se produce una diferencia en la fuerza de rozamiento entre los miembros de acoplamiento y entonces no se puede asegurar una realización del acoplamiento estable mediante dichos medios de acoplamiento.

20 Como se ha mencionado anteriormente, en el transductor de posición descrito en la solicitud de patente japonesa publicada no examinada No. 4-231810, cuando el acoplamiento, consistente en la primera pieza de acoplamiento con forma de placa fijada a la unidad de escaneado y la segunda pieza de acoplamiento con forma de pasador fijada al carro y que tiene una cara extrema esférica, ha sido utilizado durante mucho tiempo, se formara una concavidad causada por la vibración en la primera pieza de acoplamiento, con la cual colinda la segunda pieza de acoplamiento y posiblemente afectará al rendimiento del acoplamiento estable, el cual, de lo contrario, se podría garantizar.

30 Además, en un transductor de posición que incluya una unidad base por medio de la cual se fija una escala graduada a un cuerpo base, y una unidad de deslizamiento prevista en la unidad base deslizable con respecto a la unidad base y que tiene un sensor el cual detecta la graduación grabada sobre la escala, si no es perpendicular a una dirección de movimiento, un deslizador y un carro se desviarán el uno del otro para la amplitud de una desviación causada por el movimiento de la máquina y una superficie creciente de la escala y la desviación aparecerá como un error de coseno.

35 US-A-4,095,903 describe un aparato de medida para medir o ajustar las posiciones relativas de dos objetos. El aparato comprende una unidad de lectura para una escala de medida, la cual está conectada, por medio de un acoplamiento, a un objeto, cuya posición relativa va ser medida. El acoplamiento incluye una palanca conectada, con posibilidad de pivotamiento, al objeto medido, el cual esta provisto de una superficie esférica en un extremo que actúa como una primera parte de acoplamiento. Una superficie plana de la unidad de lectura actúa como una segunda parte de acoplamiento. Se proporciona un elemento elástico, el cual mantiene a las partes del acoplamiento en contacto mutuo.

40 EP-A-0 387 488 describe un aparato de medida para medir la posición relativa de dos objetos con una unidad de lectura y un soporte conectado al objeto medido. La unidad de lectura y el soporte están acoplados por medio de dos superficies planas, entre las cuales se sitúa una bola. La bola se mantiene en contacto con la superficie plana por medio de un elemento elástico. Para prevenir un desprendimiento de la bola, en el caso de vibraciones, y para mantener la bola en la posición correcta se dispone una jaula entre las dos superficies planas.

45 JP-A-59 142 411 describe un dispositivo para establecer la medida de desplazamiento, con un sensor conectado a un pistón a través de una camisa conectada, con posibilidad de giro libre, alrededor de su eje, y con un elemento de guía conectado al sensor deslizable a lo largo de un rail de guiado paralelo al pistón. El pistón está conectado, con posibilidad de giro libre, a la camisa por medio de cojinetes de empuje y rodamientos.

50 US-A- 5.142.792 describe un dispositivo de medida de la posición para medir las posiciones relativas de dos objetos, con una unidad de escaneado y un elemento de engranaje montado en un bastidor de una máquina de procesamiento los cuales están acoplados entre sí. El acoplamiento comprende una primera parte de acoplamiento en forma de una placa sujeta a la unidad de escaneado y una segunda parte de acoplamiento en forma de un pasador que tiene una cara extrema esférica sujeta al miembro de engranaje.

55 US-B-2.853.789 describe un calibre el cual esta adaptado para medir el diámetro interno de objetos cilíndricos. El calibre comprende dos pivotes de émbolo los cuales están situados lateralmente en los lados de un pasador móvil de accionamiento del calibre. El pasador móvil de accionamiento del calibre comprende, en un extremo, una bola, la

cual esta adaptada para contactar con la pared cilíndrica interior de un objeto cilíndrico. La bola está además adaptada para acoplarse a un asiento cónico concéntrico, el cual está formado en un rebaje del pasador situado en un orificio concéntrico provisto en el pasador del calibre. La bola esta sujeta en el rebaje mediante granallado sobre un reborde del rebaje. La bola es libre de rodar dentro del rebaje.

- 5 EP-A-1 004 855 describe un dispositivo de medida de la longitud que tiene una varilla de medida, la cual tiene divisiones marcadas en ella y que esta sujeta en un soporte. La varilla de medida está fijada en un punto en la dirección de medida y esta acoplada de forma móvil a otros puntos. El punto de acoplamiento móvil es un conjunto de rodamiento en el cual se monta una bola en una placa plana, de forma que se pueda desplazar y rotar.

Objeto y resumen de la invención

- 10 Es, por lo tanto, un objeto de la presente invención solucionar las desventajas del estado de la técnica anterior, proporcionando un transductor de posición que incluye una escala alargada, la cual tiene una graduación de detección de la posición dispuesta sobre él a lo largo de la longitud del mismo, un carro móvil a lo largo de la escala y que tiene un cabezal de detección, el cual lee la graduación para proporcionar una señal de detección de la posición, y un deslizador acoplado al carro y que mueve al carro a lo largo de la longitud de la escala, en el cual, cuando el deslizador y el carro se mueven uno con respecto al otro, se reduce el error de medida eliminando el error Abbe provocado por un cambio posicional que tiene lugar entre las piezas acopladas.

- 15 El objeto anterior puede lograrse proporcionando un transductor de posición que incluya una escala alargada que tenga una graduación de detección de la posición provista sobre ella a lo largo de la longitud de la misma, un carro móvil a lo largo de la escala y que tiene un cabezal de detección, el cual lee la graduación para proporcionar una señal de detección de la posición, y un deslizador acoplado al carro y que mueve al carro a lo largo de la longitud de la escala; el carro y el deslizador están acoplados entre sí mediante un elemento elástico que tiene una elasticidad en una dirección en la cual el carro y el deslizador están conectados entre sí, con el carro y el deslizador colindando uno con respecto al otro, con una bola situada en un extremo del carro en la dirección del movimiento y entre ellos.

- 20 Con el transductor de posición anterior, de acuerdo con la presente invención, con el carro moviéndose a lo largo de la escala y teniendo el cabezal de detección el cual lee la graduación para proporcionar una señal de detección de la posición y el deslizador el cual mueve al carro a lo largo de la longitud de la escala, estando colindando uno con respecto al otro con un rodamiento situado en un extremo del carro, en la dirección del movimiento, y entre ellos, el carro y el deslizador están acoplados entre sí por medio de un elemento elástico que tiene una elasticidad en la dirección en la cual el carro y el deslizador están conectados entre sí, por medio del cual, cuando el deslizador y el carro se mueven uno con respecto al otro, es posible eliminar el error Abbe debido a un cambio posicional que ocurre entre las piezas del acoplamiento y por tanto asegurar una alta precisión de medida con un reducido error de medida.

- 25 Estos objetos y otros objetos, características y ventajas de la presente invención serán más evidentes de la siguiente descripción detallada de modos de realización preferentes de la presente invención cuando se tomen en combinación con los dibujos que acompañan.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva del transductor de posición de acuerdo con la presente invención con la carcasa estando parcialmente recortada.

- 40 La figura 2 es una vista frontal anterior, de una porción esencial, del transductor de posición de la figura 1 con la carcasa estando parcialmente recortada.

La figura 3 es una vista lateral en sección axial del transductor de posición de la figura 1.

La figura 4 es una vista frontal anterior, de una porción esencial, del transductor de posición de la figura 1, mostrando el movimiento relativo del deslizador y del carro.

- 45 Las figuras 5A a 5C ilustran, de forma esquemática, una bola y un rodamiento cónico que juntos forman una acoplamiento para el deslizador y el carro del transductor de posición de la figura 1, mostrando el ángulo de la superficie cónica de rodadura del rodamiento cónico.

La figura 5D ilustra, de forma esquemática, una bola y un rodamiento plano que tienen un cilindro que juntos forman un acoplamiento para el deslizador y el carro del transductor de posición de la figura 1.

La figura 6 ilustra, de forma esquemática, la fuerza de rozamiento entre la bola y el rodamiento cónico.

La figura 7 ilustra, de forma esquemática, ejemplos de la forma de un rodamiento plano que forma el acoplamiento para el deslizador y el carro en el transductor de posición de la figura 1.

La figura 8 ilustra, de forma esquemática, un error que tiene lugar cuando el rodamiento plano fijado al carro no es perpendicular a la dirección del movimiento.

5 La figura 9 explica el valor máximo del error que tiene lugar en el transductor de posición de la figura 1.

La figura 10 es una vista en alzado anterior, de una porción esencial, de una variante del transductor de posición, en la cual la unidad de deslizamiento tiene otra estructura, con la carcasa estando parcialmente recortada.

La figura 11 es una vista en sección, de una porción esencial, del transductor de posición, en la cual el rodamiento cónico es una estructura de rodamiento pivotante.

10 La figura 12 es una vista perspectiva, de una porción esencial, del transductor de posición, que muestra una estructura para sujetar la bola con un par de rodamientos planos.

Descripción detallada de modos de realización preferentes

En referencia ahora a las figuras 1 a 4, se ilustra la construcción de un modo de realización de un transductor de posición de acuerdo con al presente invención.

15 El transductor de posición se indica, de forma general, con la referencia 10. Como se muestra, el transductor de posición 10 incluye una unidad base 20, y una unidad de deslizamiento 30 prevista con posibilidad de deslizamiento con respecto a la unidad base 20.

20 Como se muestra mejor en las figuras 1 y 2, la unidad base 20 incluye una carcasa alargada 21 como una propia base y una escala alargada 22 provista dentro de la carcasa 21. La unidad base 20 va a ser fijada, con tornillos de fijación 23 en orificios de fijación conformados en la misma, a una las partes móvil y fija de un objeto a medir. Por otro lado, la unidad de deslizamiento 30 incluye un transportador 32 habiendo dispuesto en el mismo un cabezal de detección 31 para leer una graduación en la escala 22, y un deslizador 33 que sujeta al carro 32. La unidad de deslizamiento se va a fijar, con tornillos de fijación 34 en orificios de fijación conformados en la misma, a la otra de las partes móvil y fija del objeto a medir. Cuando la unidad de deslizamiento 30 se desliza con respecto a la unidad base 20 a lo largo de la longitud de la escala 22 (dirección de la flecha X en la figura 2), a medida que el objeto que se está midiendo se mueve de forma lineal, el cabezal de detección 31 lee la graduación de la escala 22 para proporcionar una señal eléctrica, a través de un cable 50, detectando o midiendo, por lo tanto, una posición desplazada del objeto que se está midiendo.

30 Es decir, el transductor de posición 10 está destinado a medir una posición desplazada y una distancia de movimiento de la parte móvil y la parte fija que forman parte de una máquina industrial, de una máquina herramienta o similar y que se mueven de forma lineal una con respecto a la otra. La unidad base 20 se instala en la parte fija de la máquina herramienta, por ejemplo, que se mueve de forma relativa con respecto a una parte móvil, mientras que el deslizador 33 acoplado al carro 32 de la unidad de deslizamiento 30 se instala en la parte móvil de la máquina herramienta.

35 Como se muestra en la figura 3, la carcasa alargada 21 como la propia base de la unidad de la unidad base 21 es un elemento alargado que tiene, de forma general, una sección en forma de "C". Se aloja en la misma, la escala alargada 22 a modo de placa y una barra de guía 24 con forma de barra redondeada, de forma que está alineada longitudinalmente con la misma. Una cara abierta de la carcasa 21 está cerrada con posibilidad de apertura con dos juntas antipolvo 25A y 25B, formada cada una a partir de un material flexible tal como goma, como se muestra en la figura 1. Se ha de notar que en el transductor de posición 10, dado que la carcasa está conformada para tener un sección general en forma de "C", la escala 22 esta dispuesta para tener una superficie de registro de la graduación en la misma, dirigida, de forma general, perpendicularmente hacia la cara abierta de la carcasa 21, la materia extraña que entra dentro de la carcasa, de haberla, no será capaz de permanecer sobre la superficie de la escala que tiene la graduación de la escala 22 registrada en la misma, el transductor de posición 1 siempre se puede preservar para una detección adecuada de la posición. También, dado que la escala 22 sufre solo una reducida deformación debida a su propio peso, es posible detectar una posición más estable con una alta precisión.

Debe señalarse que la carcasa 21 puede ser una placa de metal conformada por plegado que tenga una rigidez predeterminada o una conformada mediante moldeo por inyección de aluminio. Por supuesto, la carcasa 21 puede estar conformada mediante mecanizado.

50 La escala 22 está fijada en una posición predeterminada dentro de la carcasa con ambos extremos de la misma estando sujetos mediante un par de soportes 26 dispuestos en extremos longitudinalmente opuestos de la

carcasa 21. La escala 22 tiene una graduación de detección de la posición 22b prevista sobre una de las caras principales (será referida como “superficie de escala” de aquí en adelante) 22a de la misma. La graduación 22b es una señal de posición registrada de forma sucesiva en intervalos predeterminados a lo largo de la longitud de la escala 22. Podría ser, por ejemplo, una serie de hendiduras o marcas formadas a intervalos predeterminados, una trama formada sobre la superficie de la escala 22a, una serie de señales magnéticas polarizadas, las cuales no aparecen como una graduación visible pero cuyas polaridades son alternativamente opuestas unas con respecto a otras, o similares. La escala 22 esta conformada a partir de un material diferente de unas a otras, dependiendo del tipo del cabezal de detección 31 que lee la graduación 22b para detectar la señal de posición, por ejemplo, un material vidrio como el cristal para un cabezal óptico empleado como cabezal de detección o un material metálico para un cabezal magnético empleado como cabezal de detección. En este modo de realización, se utiliza una escala hecha de vidrio como escala 22.

También, el carro 32 que forma la unidad de deslizamiento 30 incluye rodamientos 35a, 35b y 35c que ruedan sobre la superficie de la escala 22a de la escala 22 dispuesta dentro de la carcasa 21, y rodamientos 36a y 36b que ruedan a lo largo de la barra de guiado 24, y por tanto el carro 32 puede ser deslizado libremente, longitudinalmente sobre la superficie de la escala 22a de la escala 22. El carro tiene dispuesto, en la porción central del mismo, en un extremo en la dirección de movimiento, un rodamiento plano 37 el cual tiene un plano de rodadura perpendicular a la dirección del movimiento.

Además, el deslizador 33 que forma parte de la unidad de deslizamiento 30 tiene un brazo acoplamiento 38 dispuesto en el centro de la superficie superior del mismo. El brazo de acoplamiento 38 es insertado en la carcasa 21 desde una cara lateral abierta de la misma. El brazo de acoplamiento 38 del carro 33 tiene un rodamiento cónico 39, dispuesto en una posición opuesta al rodamiento plano 37 dispuesto en el carro 32. El rodamiento cónico 39 tiene una superficie cónica de rodadura 39A, la cual tiene un vértice 39a en la dirección de movimiento del carro 32.

Con una bola 40 dispuesta entre el rodamiento plano 37 previsto en el carro 32 y el rodamiento cónico 39 previsto en el brazo de acoplamiento 38, el carro 32 y el brazo acoplamiento 38 se acoplan entre sí a través de dos muelles de compresión helicoidales 41A y 41B. Los dos muelles de compresión helicoidales 41A y 41B están dispuestos simétricamente con respecto a una línea recta que pasa a través del vértice 39a de la superficie cónica de rodadura 39A del rodamiento cónico 39 para proporcionar una elasticidad con la cual la bola 40 se mantiene retenida entre el rodamiento plano 37 y el rodamiento cónico 39.

En el transductor de posición 10, el carro 32 y el deslizador 33 que forman la unidad de deslizamiento 30, están acoplados entre sí, mediante el acoplamiento del carro 32 y el brazo de acoplamiento 38, uno al otro, por medio de los dos muelles de comprensión helicoidal 41A y 41B, con la bola 40 situada entre el rodamiento plano 37 y el rodamiento cónico 39 dispuesto en el brazo de acoplamiento 38. Por tanto, se realiza un mecanismo de acoplamiento universal, en el cual la bola 40 sujeta por el rodamiento cónico 39 se desliza en un punto de contacto cercano al rodamiento plano 37 fijado al carro 32, y la bola 40 que se desliza sobre la superficie cónica de rodadura del rodamiento cónico 39 gira, tal y como se muestran la figura 4. De esta forma la estable y buena rugosidad superficial de la bola 40 contribuye a proporcionar un mecanismo de acoplamiento universal que asegure un deslizamiento extremadamente suave en comparación con el deslizamiento plano sobre plano convencional.

Tal y como se muestran las figuras 5A a 5C, se ilustra de forma esquemática la relación entre la bola 40 y el rodamiento cónico 39, los cuales forman juntos el acoplamiento para el deslizador 33 y el carro 32 del transductor de posición 10 de la figura 1, y el ángulo de la superficie cónica de rodadura 39A del rodamiento cónico 39, en la figura 6 muestra la fuerza de rozamiento entre la bola 40 y el rodamiento cónico 39. Se parte del supuesto de que cuando la superficie cónica de rodadura 39A es paralela a la dirección del movimiento de la escala 22 el ángulo θ es 0 grados, tal y como se muestra en la figura 6. Las figuras 5A a 5D muestran la relación entre la bola 40 y el rodamiento cónico 39 cuando el ángulo θ es 15 grados (el ángulo vertical de la superficie cónica de rodadura 39A es 30 grados), el ángulo θ es 22.5 grados (el ángulo vertical de la superficie cónica de rodadura 39A es 45 grados), el ángulo θ es 45 grados (el ángulo vertical de la superficie cónica de rodadura 39A es 90 grados) y el ángulo θ es 60 grados (el ángulo vertical de la superficie cónica de rodadura 39A es 120 grados), respectivamente. En la figura 5D el ángulo θ es 90 grados (el ángulo vertical de la superficie cónica de rodadura 39A es 180 grados), de manera que se forma un rodamiento plano 44 que tiene un cilindro 43.

Cuando se parte del supuesto de que una fuerza de los muelles de compresión helicoidales 41A y 41B, con la cual están acoplados entre sí el carro 32 y el deslizador 33 es F ($F= 4.17$ N en este ejemplo) y que el coeficiente de rozamiento es μ , la fuerza de rozamiento entre la bola 40 y el rodamiento plano 37 viene dada como μF , mientras que la fuerza f de rozamiento entre la bola 40 y el rodamiento cónico 39 viene dada como $\mu F \cdot \sin \theta$, Tal y como se muestran la figura 6. El valor medido del coeficiente de rozamiento fue de entre 0.3 y 0.4.

La fuerza de un rozamiento entre la bola 40 y el rodamiento plano 37 debía ser lo más reducida como sea posible. De manera que el vértice 39a de la superficie de rodadura cónica 39A debería ser más pequeño. Sin embargo, dado que se debería tener en cuenta la consideración de que la retención de la bola 40 y la distancia entre la superficie de la escalada 22a y el centro de la bola 40 tendrán una influencia directa sobre un error Abbe, el diámetro

de la bola 40 tiene que ser tan pequeño como sea posible. En este modo de realización, la bola 40 tiene un diámetro de 3 mm a modo de ejemplo. Para que la bola 40 mantenga este diámetro, el ángulo θ se establece en 60 grados. Cuando $\theta = 60$ grados, la fuerza f de rozamiento entre la bola 40 y el rodamiento cónico 39 es $\mu F = 0.87$. Sustituyendo μ por 0.4 y F por 4.17 N en esta ecuación, la fuerza de rozamiento f es 1.45 N. Por lo tanto, las componentes del vector tienen que ser diseñadas para un estrés tal incluso si la fuerza con la que el carro 32 se fija a la escala 22, excede 1.45, cuando la superficie de la escala 22a se ondula o crece o se vibra mecánicamente.

Cuando $\theta = 0$ grados, $\mu F = 0$, lo cual significa un rozamiento de un rodamiento (con deslizamiento plano sobre plano). Cuando $\theta = 15$ grados, como se muestran la figura 5A, $\mu F = 0.26$. Cuando $\theta = 22.5$ grados, como se muestra en la figura 5B, $\mu F = 0.38$. Cuando $\theta = 30$ grados, como se muestran la figura 5C, $\mu F = 0.5$. Cuando $\theta = 60$ grados, $\mu F = 0.87$. Cuando $\theta = 90$ grados, como se muestran la figura 5D, $\mu F = 1$.

En este modo de realización, la bola 40 tiene una rugosidad superficial de $0.05 \mu\text{m}$ o menos y una dureza de 65 Hrc o menos mientras que la superficie cónica de rodadura 39A del rodamiento cónico 39 tiene una rugosidad superficial de $0.4 \mu\text{m}$ o menos y una dureza de 60 a 64 Hrc. El rodamiento plano 37 tiene una planitud de $4 \mu\text{m}$, una rugosidad superficial de $0.1 \mu\text{m}$ o menos y una dureza de 65 Hrc o más. La bola 40 es una bola cerámica o una bola de acero. También, el rodamiento cónico 39 y el rodamiento plano 37 están hechos de cerámica o un material cementado.

Conformando la bola 40 y el rodamiento cónico 39 para tener una rugosidad superficial un tanto diferente de uno a otro contra el encaje mutuo, sus superficies se pueden deslizar bien entre sí, sin adhesión mutua incluso cuando tienen lugar una vibración lenta.

El rodamiento plano 37 puede tener forma circular o cuadrangular como se muestra en las figuras 7A y 7B.

Cabe destacar que en el supuesto de que un ángulo, cuando el rodamiento plano 37 fijado al carro 32 no es perpendicular a la dirección del movimiento, sea θ_a , puede tener lugar un error e de la amplitud por $\tan(\theta_a)$, como se muestra en la figura 8. Cuando se permite una planitud de la superficie de la escala de aproximadamente 0.05 mm como una precisión de la adhesión de la superficie de la escala a la carcasa 21, como se muestra en la figura 9, una amplitud máxima a la cual tiene lugar el error e , es de 0.05 mm cuando se mide utilizando un auto colimador para que la perpendicularidad instalada del rodamiento plano 37 esté dentro de una tolerancia de 0.0833 grados. Por lo tanto, un error de $0.05 \times \tan(\theta_a = 0.0833 \text{ grados})$, concretamente, aproximadamente 0.000072 mm, tendrá lugar como máximo, el cual es un límite admisible con una escala que mide con una resolución de 0.0001 mm.

En el transductor de posición 10, dado el carro 32 y el deslizador 33 están acoplados entre sí con dos muelles de compresión helicoidales 41A y 41B, los cuales tienen una elasticidad con la cual el carro 32 y el deslizador 33 se atraen entre sí mientras que el carro 32 y el deslizador 33 están en contacto entre sí, cuando el rodamiento formado por la bola 40 está situado entre el carro 32 y el deslizador 33, cuando el deslizador 33 y el carro 32 se mueven de forma relativa entre sí, se puede eliminar un error Abbe debido a un cambio la posición que sucede entre las piezas del acoplamiento, por tanto se puede hacer una medida con un reducido error de medida y con una gran precisión.

En el transductor de posición 10, para proporcionar una elasticidad que mantenga la retención de la bola 40 entre el rodamiento plano 37 y el rodamiento cónico 39, los dos muelles de compresión helicoidales 41A y 41B están previstos en posiciones simétricas con respecto a una línea recta que pasa a través del vértice 39a de la superficie cónica de rodadura 39A del rodamiento cónico 39 y paralela a la dirección de movimiento del carro 32. Como se muestra en la figura 10, sin embargo, la estructura de la unidad de deslizamiento 30 puede modificarse de manera que un único muelle de compresión helicoidal 41 se disponga en una línea recta que pasa a través del vértice 39a de la superficie cónica de rodadura 39A del rodamiento cónico 39 y que es paralela a la dirección de movimiento del carro 32, proporcionando por tanto una elasticidad con la cual la bola se mantiene retenida entre el rodamiento plano de 37 y el rodamiento cónico 39.

También, para retener la bola 40 entre el rodamiento plano 37 y el rodamiento cónico 39, se puede disponer una estructura rodante pivotante formada a partir de una pluralidad de bolas de pequeño diámetro 42 en la superficie cónica de rodadura 39A del rodamiento cónico 39 como se muestran la figura 11. Por otra parte, el rodamiento cónico 39 puede ser reemplazado por un rodamiento plano 44 que tenga un cilindro 43 como el mostrado en las figuras 5D y 12 y por tanto, la bola puede estar sujeta entre la pareja de rodamientos planos 37 y 44, teniendo un plano de rodadura perpendicular a la dirección del movimiento del carro 32.

REIVINDICACIONES

1. Un transductor de posición (10) que comprende:

una escala alargada (22) que tiene una graduación de detección de la posición prevista sobre la misma, a lo largo de la longitud de la misma;

5 un carro (32) que se mueve a lo largo de la escala (22) y que tiene un cabezal de detección (31), el cual lee la graduación para proporcionar una señal de detección de posición; y

10 un deslizador (33) acoplado al carro (32) y que mueve el carro a lo largo de la longitud de la escala (22); el carro (32) y el deslizador (33) están acoplados entre sí a través de un miembro elástico (41A, 41B), el cual tiene una elasticidad en una dirección en la cual el carro (32) y el deslizador (33) son atraídos uno hacia el otro, con el carro (32) y el deslizador (23) estando contactando entre sí, caracterizado por que

se sitúa una bola rodante (40, 42) en un extremo del carro (32) en la dirección de movimiento, y entre el carro (32) y el deslizador (33), en donde la bola rodante (40, 42) está sujeta mediante un rodamiento plano (37) el cual tiene un plano de rodadura perpendicular al la dirección del movimiento del carro y un rodamiento cónico (39) el cual tiene una superficie cónica de rodadura (39A), la cual tiene un vértice (39a) en la dirección del movimiento del carro (32).

15 2. El transductor de posición tal y como se establece en la reivindicación 1, caracterizado porque se dispone un rodamiento pivotante, el cual tiene una pluralidad de bolas de pequeño diámetro (42), sobre la superficie cónica de rodadura (39A) del rodamiento cónico (39).

20 3. El transductor de posición tal y como se establece en la reivindicación 1, en donde la bola esta soportada por un par de rodamientos planos cada uno de los cuales tiene un plano de rodadura perpendicular a la dirección del movimiento del carro.

4. El transductor de posición tal y como se establece en la reivindicación 1, en donde la bola esta soportada por un rodamiento plano, el cual tiene un plano de rodadura perpendicular a la dirección del movimiento del carro y por un rodamiento pivotante que tiene una pluralidad de bolas de pequeño diámetro.

25

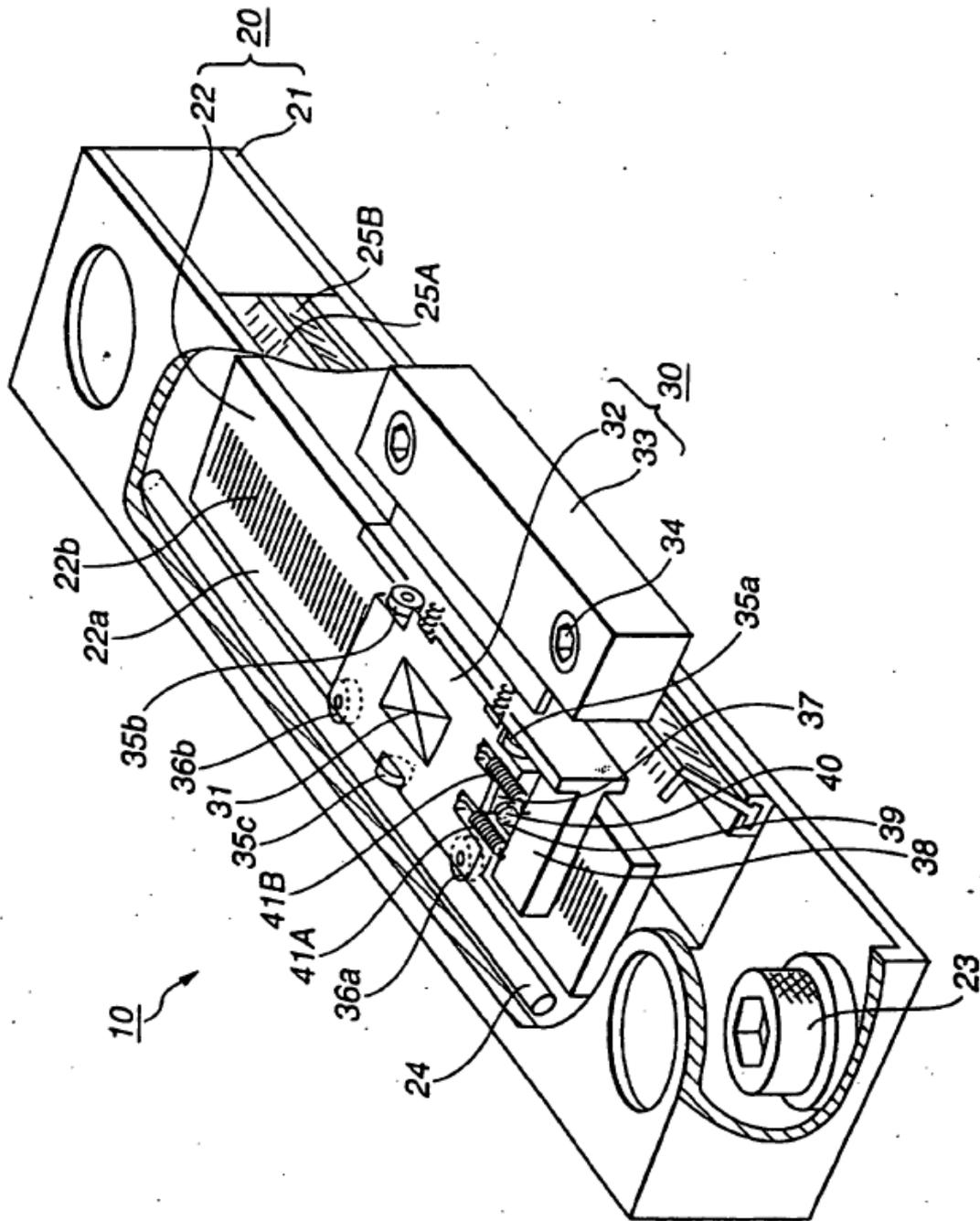


FIG.1

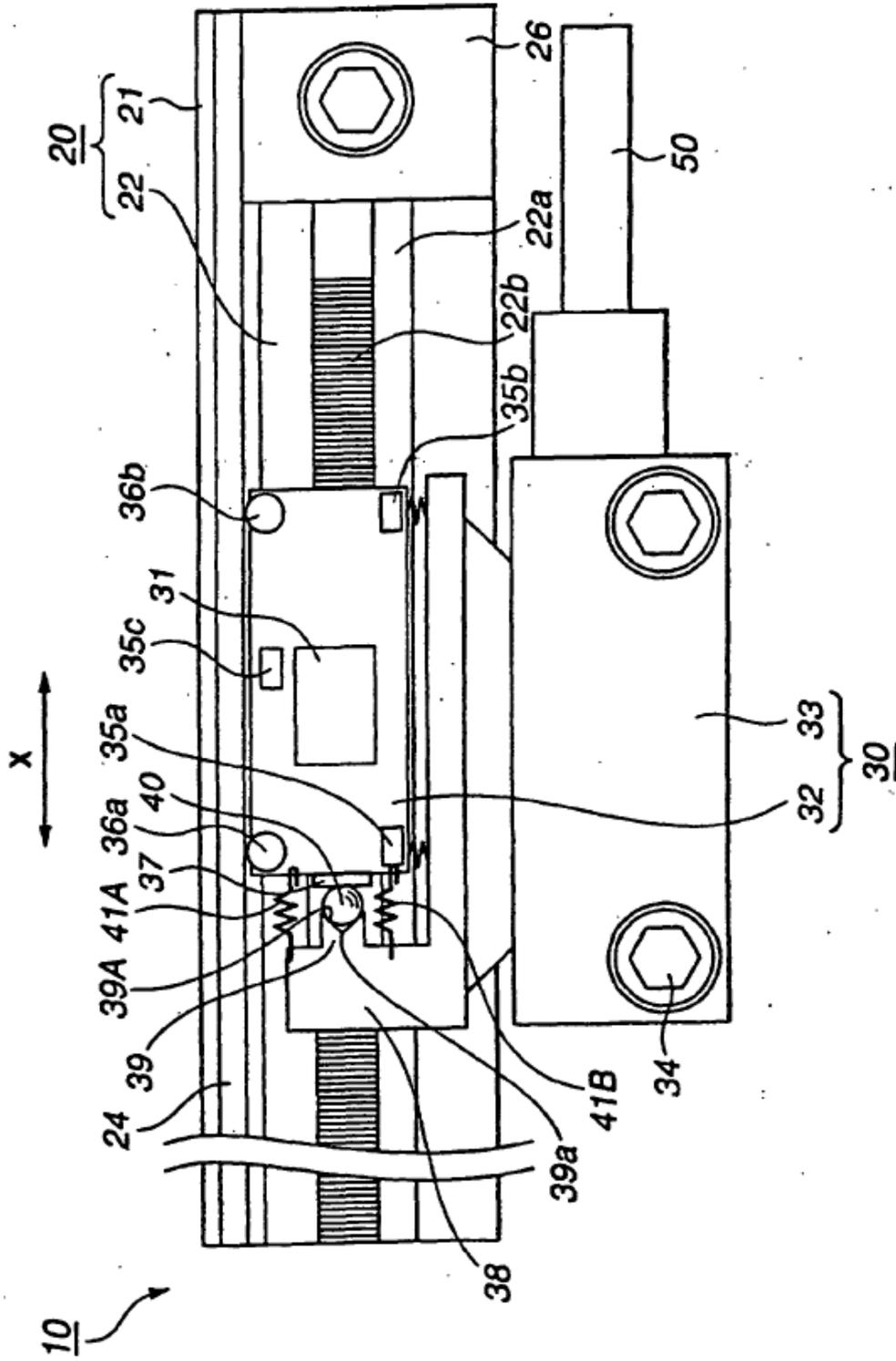


FIG.2

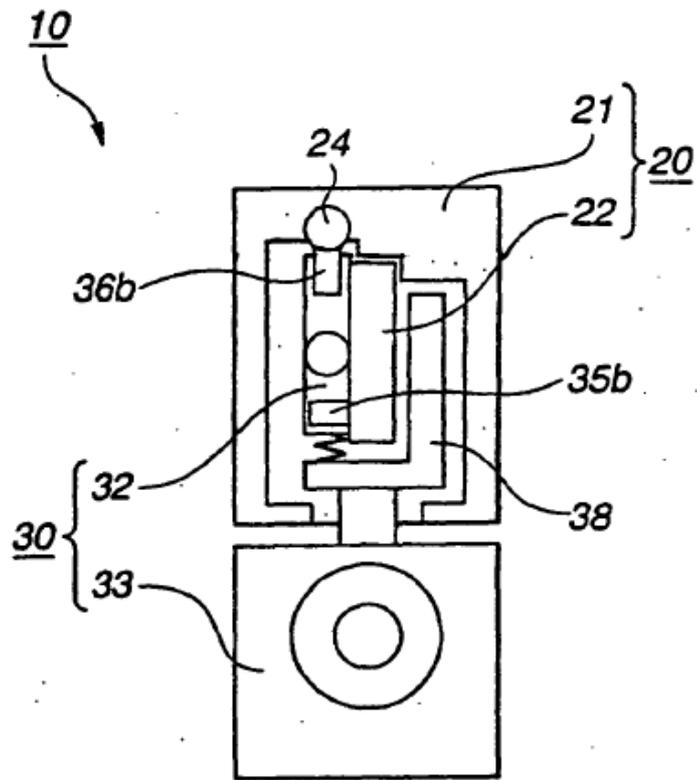


FIG.3

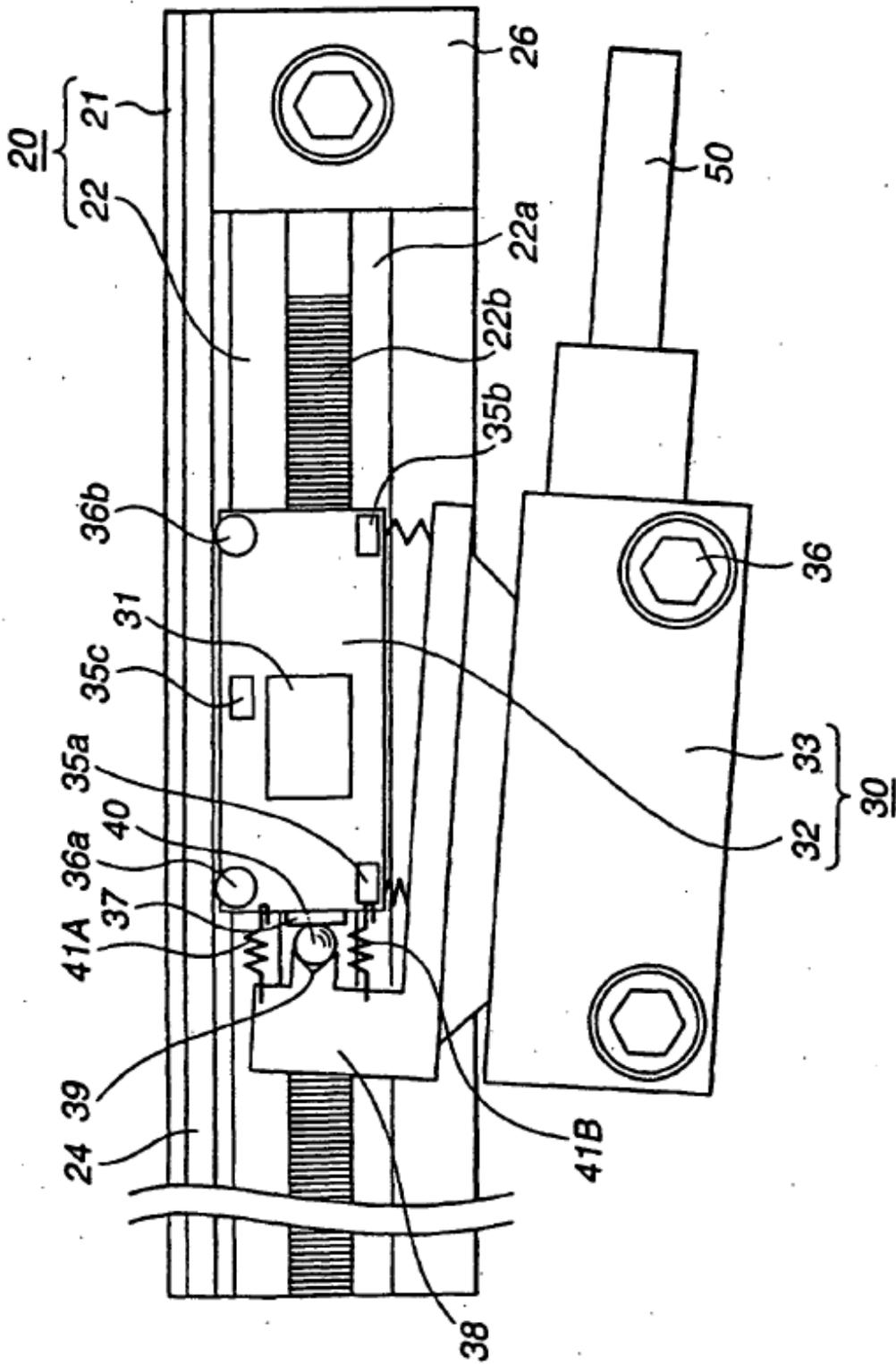


FIG. 4

FIG.5A

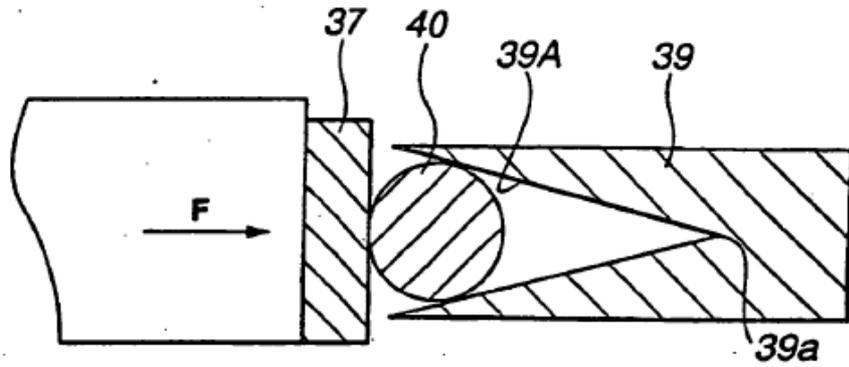


FIG.5B

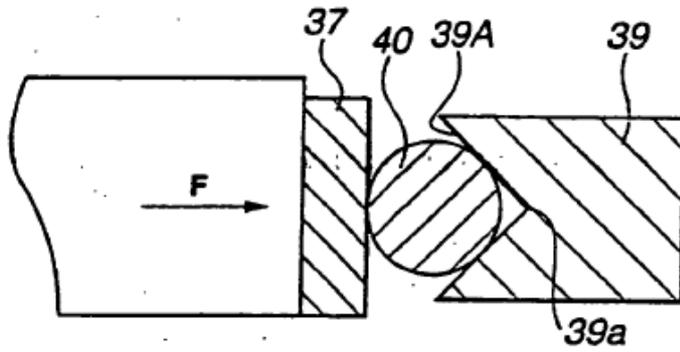


FIG.5C

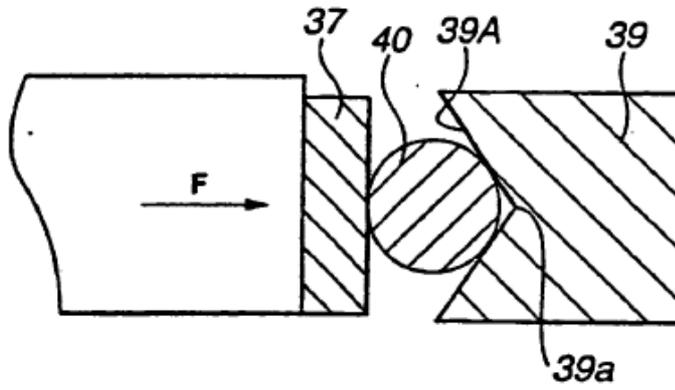
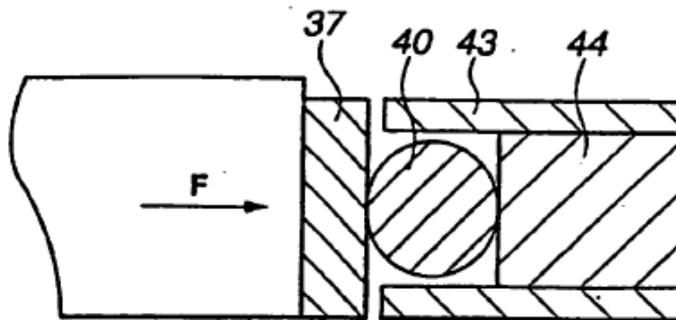


FIG.5D



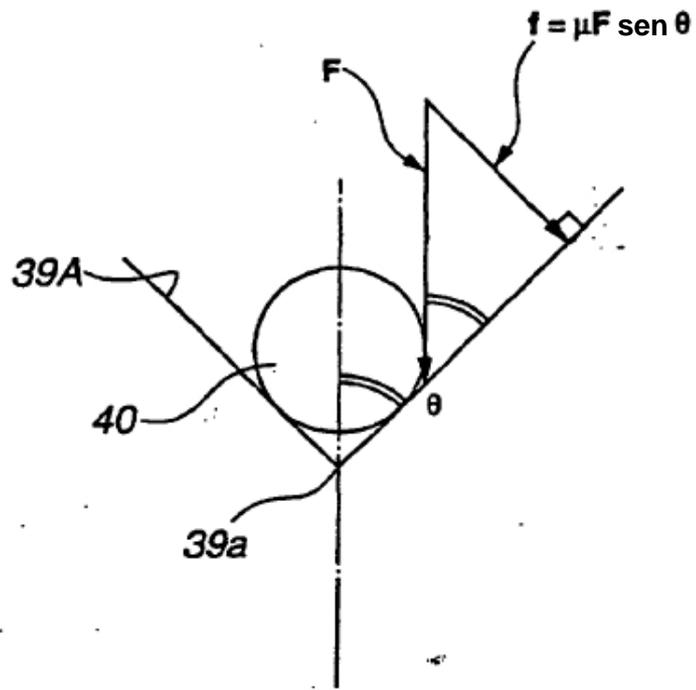


FIG.6

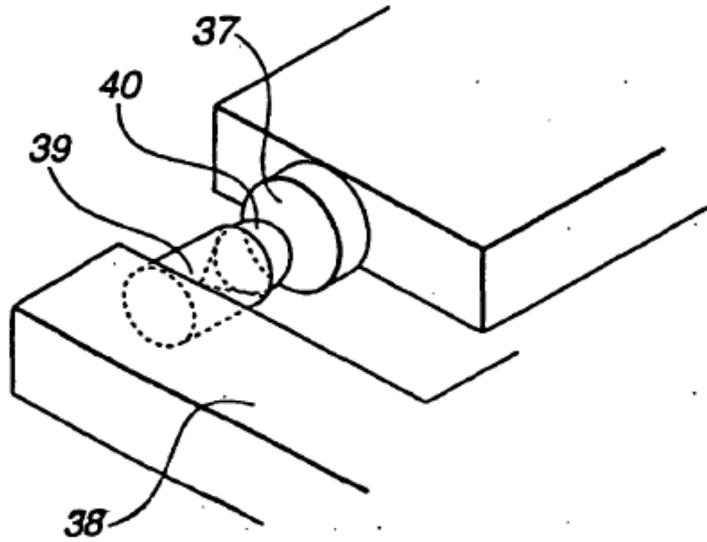


FIG.7A

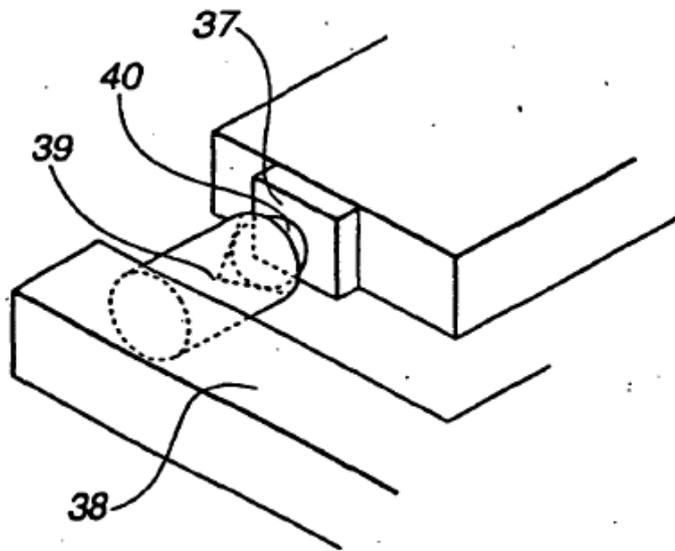


FIG.7B

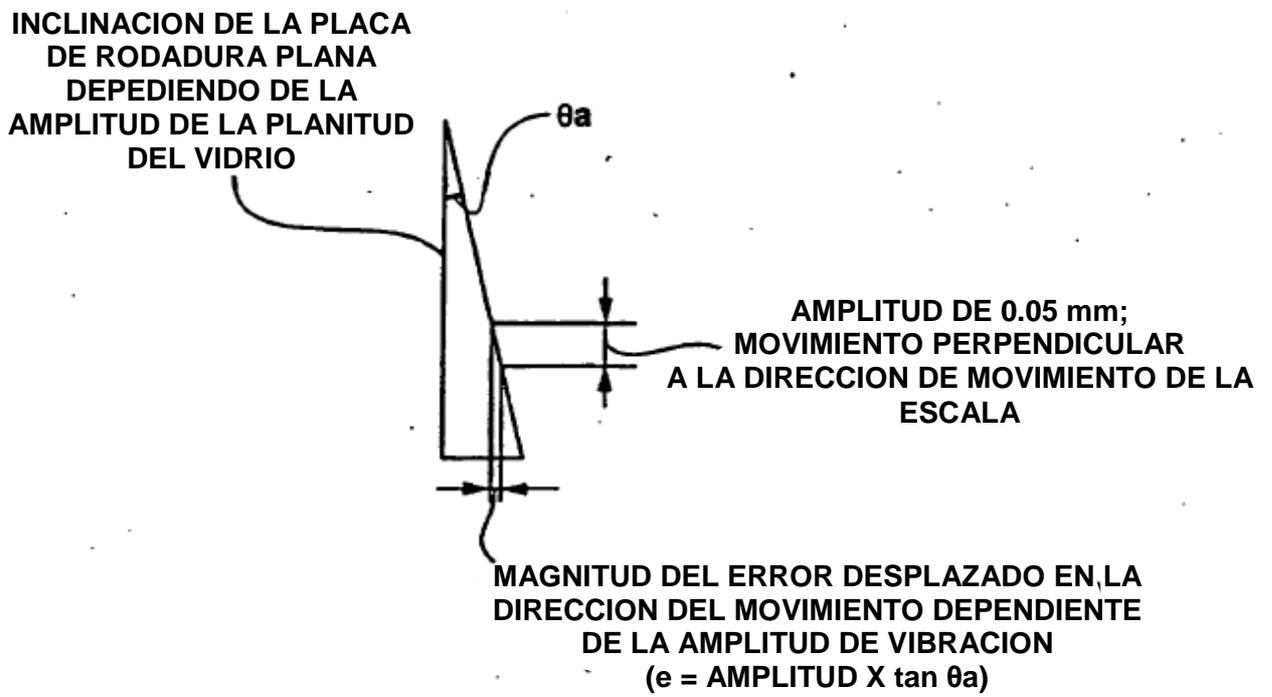


FIG.8

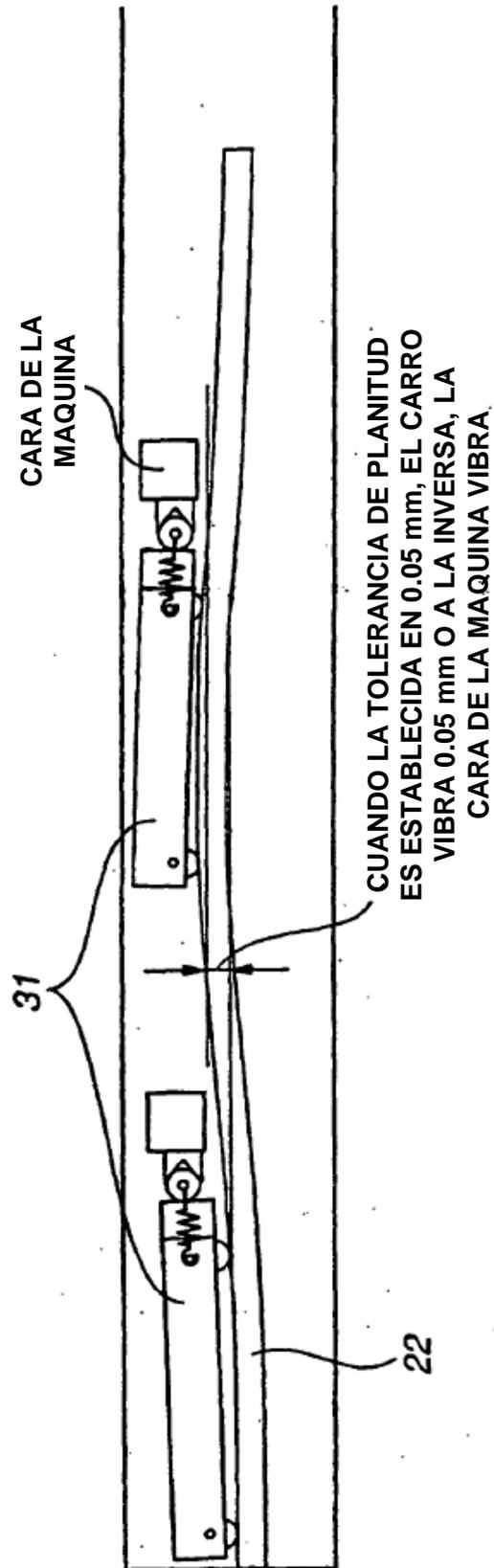


FIG.9

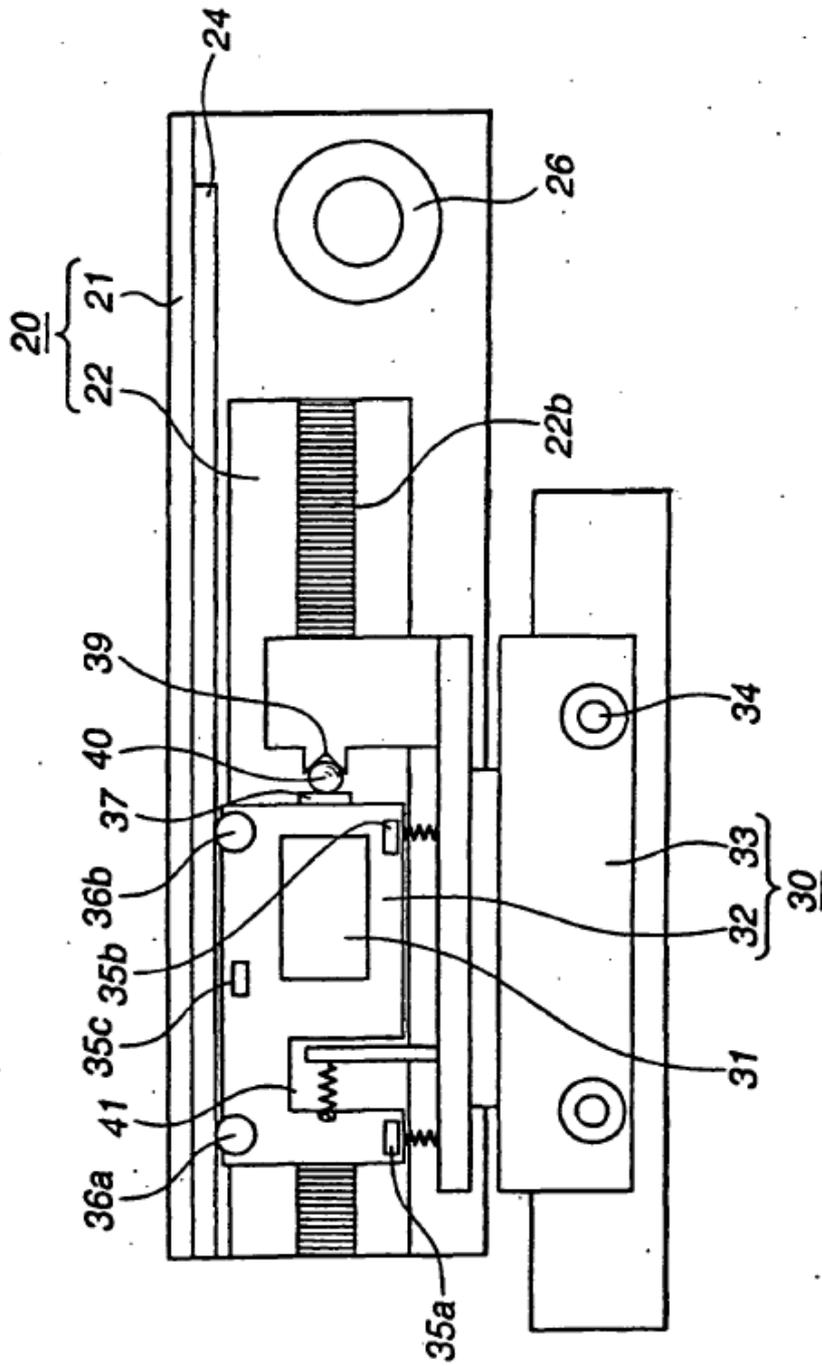


FIG.10

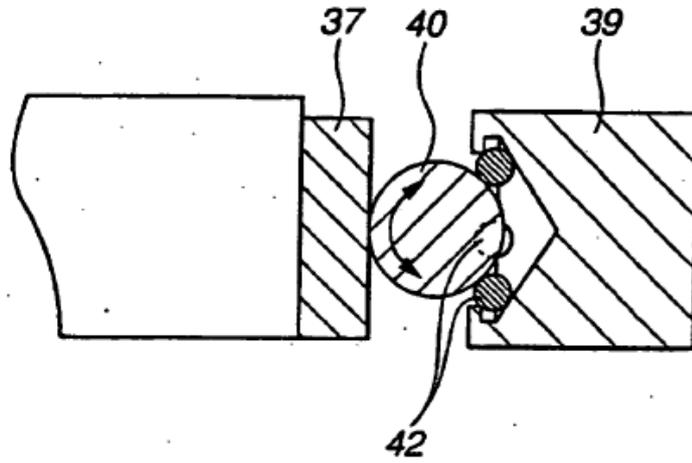


FIG.11

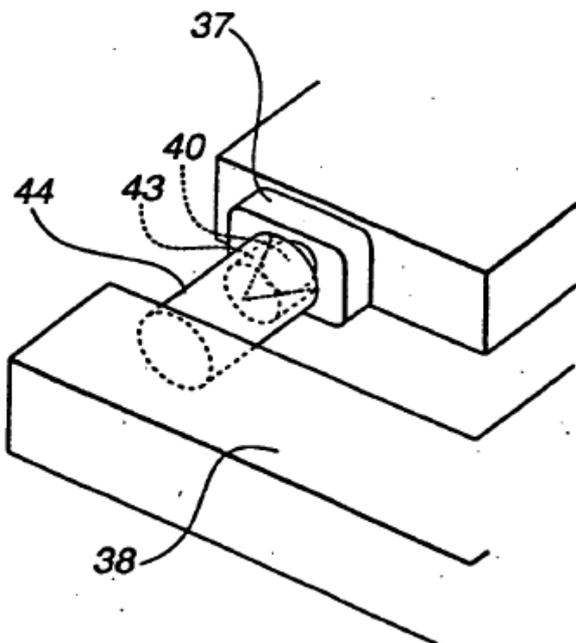


FIG.12