



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 330 158**

51 Int. Cl.:  
**F16D 65/14** (2006.01)  
**B64C 25/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07251917 .6**  
96 Fecha de presentación : **09.05.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1857705**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.11.2007**

54 Título: **Actuador de freno eléctrico con un transductor de fuerza de frenado.**

30 Prioridad: **11.05.2006 US 433020**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.12.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.12.2009**

73 Titular/es:  
**AIRCRAFT BRAKING SYSTEMS CORPORATION**  
**1204 Massillon Road**  
**Akron, Ohio 44306, US**

72 Inventor/es: **Dalton, Kevin M.;**  
**Burkhalter, Kurt;**  
**Osburn, Michael P. y**  
**Booher, Harold R.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 330 158 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**

Actuador de freno eléctrico con un transductor de fuerza de frenado.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a la técnica de los sistemas de frenado de vehículo y, más concretamente, al sistema de frenado de aviones. Específicamente, la invención se refiere a sistemas de frenado eléctrico para utilizar en aviones, en los que los actuadores accionados por motor controlan la aplicación y liberación de la fuerza de frenado generada en una pila de discos de freno. La invención se refiere específicamente a un transductor de fuerza de frenado para su uso en dichos sistemas de frenado eléctrico.

**Antecedentes de la técnica**

El uso de frenos eléctricos en los sistemas de aviación es cada vez más popular. En dichos sistemas, se emplean motores eléctricos para accionar un pistón mediante engranajes, tornillos y similares, en una placa de presión de una pila de discos de freno. Normalmente, existe una pluralidad de actuadores alrededor de cada montaje de frenado, generalmente distribuidos uniformemente en ellos.

El control de frenado eléctrico requiere que la fuerza de apriete del actuador sea conocida y se ajuste de forma similar para ajustar la presión del pedal para un freno hidráulico. Mediante la hidráulica, un cambio en la presión es proporcional a un cambio en la fuerza de fijación y el control del frenado se basa en ello. No existe una relación simple, similar con la actuación eléctrica, ya que la potencia de entrada medida en voltaje y corriente puede variar ampliamente con la fuerza de fijación, dependiendo de si el motor se mueve rápida o lentamente, hacia delante o hacia atrás, o bajo una carga. Cuando no puede integrarse un sensor de retroalimentación práctico en el actuador eléctrico, se emplean a menudo métodos de estimación de fuerza basados en la posición del motor desde un punto de referencia, la rigidez asumida de la estructura del freno, el consumo de corriente del motor y otros factores. Estos se convierten en complejos algoritmos y en el mejor de los casos, proporcionan únicamente una salida de fuerza estimada que puede causar un error relativamente grande debido a cambios en la rigidez de la estructura, giros en la estructura durante el frenado, y desgaste irregular del disco de freno, por nombrar unos pocos. Por lo tanto, es altamente deseable tener un sensor fiable e independiente de la fuerza de apriete del motor, como describe la presente invención.

En los sistemas de freno eléctrico, es importante que la fuerza de frenado aplicada por los actuadores sea controlable y, a este respecto, supervisada inmediatamente. En el pasado, se han propuesto y utilizado pilas piezoeléctricas. En dichos sistemas, se han colocado las pilas piezoeléctricas sobre el alojamiento del actuador de freno o en una placa transportadora. Sin embargo, se han encontrado varios problemas relativos a esta estructura. Particularmente, dado que la placa transportadora y/o el alojamiento se deforman bajo presión, las mismas pilas piezoeléctricas pierden precisión. Además, la desviación y deformación de la placa transportadora o alojamiento, y la consecuente deformación de las pilas piezoeléctricas, añaden un componente no axial a la lectura de la fuerza. Sin embargo, se conoce que la fuerza de frenado efectiva de un actuador de disco de freno eléctrico es axial. Por consiguiente, se ha descubierto que la pila piezoeléctrica en la técnica anterior lee componentes que no son componentes de fuerza de freno, y que ni resultan en la generación de fuerza de freno ni resultan en mayor fuerza de freno de lo que requería el controlador. Esto reduce enormemente la precisión de los datos obtenidos de dichas pilas piezoeléctricas, ya que solo el componente axial de cualquier fuerza del actuador contribuye a la fuerza de freno. Como consecuencia, la precisión y la integridad del sistema de supervisión se comprometen enormemente.

El documento EP-A-0 334 434 muestra una unidad de freno electromecánico para un vehículo de raíl, que incluye una oquedad sensible a la fuerza a la que se aplica la fuerza de frenado, siendo transmitida la fuerza a través de un disco elástico a un transductor de presión que produce entonces una señal eléctrica como indicación de la fuerza de frenado.

El documento EP-A-1 582 880 muestra un dispositivo de sensor de fuerza que utiliza un método de detección de tensión y que emplea piezoelementos dispuestos en un puente de Wheatstone.

**55 Divulgación de la invención**

A la luz de lo anterior, un primer aspecto de la invención es proporcionar un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor de fuerza que responde al componente axial de aplicación de fuerza de freno.

Otro aspecto de la invención es proporcionar un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor de fuerza que mantiene su precisión durante su funcionamiento.

Otro aspecto de la invención es el suministro de un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor de fuerza que proporciona una salida correlativa linealmente con fuerza de freno.

Otro aspecto adicional de la invención es proporcionar un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor de fuerza que está cargado para garantizar la precisión durante su vida útil.

## ES 2 330 158 T3

Otro aspecto adicional de la invención es proporcionar un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor de fuerza que está protegido de los elementos y el medio ambiente.

5 Un aspecto adicional de la invención es proporcionar un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor que utiliza dispositivos piezoeléctricos en una disposición de puente para un uso fiable y duradero.

Otro aspecto más de la invención es proporcionar un actuador de freno eléctrico que tiene un transductor de fuerza, fácil de implementar con los componentes existentes actualmente y que se empleará en los sistemas existentes actualmente.

10 Los aspectos anteriores y otros aspectos de la invención, que se advertirán a medida que se realice la descripción detallada, se obtienen por un actuador de freno eléctrico que comprende: un montaje de tuerca y tornillo accionado por engranaje del motor ubicado en un alojamiento; un pistón conectado a dicho montaje de tuerca y tornillo para un acoplamiento accionado con una placa de presión para una pila de discos de freno; una cubierta superior fijada a dicho alojamiento para recibir una fuerza reaccionaria de dicho montaje de tuerca y tornillo durante la actuación del freno; una tapa recibida sobre dicha cubierta; y un miembro alargado interpuesto entre dicha cubierta superior y dicha tapa y que reacciona a dicha fuerza reaccionaria para presentar una salida eléctrica correspondiente a una fuerza de aplicación del freno, *caracterizado porque* el miembro alargado está contenido en una parte exterior del mismo por dicha tapa y en una parte interna del mismo por dicha cubierta superior, y puede ser desviado por dicha fuerza reaccionaria aplicada a dicha parte interna en la que dicho miembro está contenido por dicha cubierta superior.

### Descripción de los dibujos

25 Para un entendimiento completo de los diversos aspectos de la invención, ha de hacerse referencia a la siguiente descripción detallada y los dibujos que acompañan en los que:

La figura 1 es una vista transversal parcial de un actuador de freno eléctrico que emplea un transductor de fuerza realizado de acuerdo con la invención;

30 La figura 2 es una vista perspectiva de la viga del transductor de fuerza empleado en la realización de la figura 1;

La figura 3 es una vista transversal de la viga de la figura 2 que muestra a este con los dispositivos piezoeléctricos empleados; y

35 La figura 4 es un diagrama esquemático de la interconexión eléctrica de los dispositivos piezoeléctricos de la figura 3 en una configuración de puente de Wheatstone.

### El mejor modo de llevar a cabo la invención

40 Con referencia ahora a los dibujos y más concretamente a la figura 1, puede verse que un actuador de pistón de freno para un freno eléctrico realizado de acuerdo con la invención está designado generalmente con el número 10. Los expertos en la técnica apreciarán que el actuador de freno 10 se asociaría a un accionamiento del motor apropiado, un control de circuito y engranajes para accionar un pistón dentro y fuera del acoplamiento con la pila de discos de freno. En un montaje de frenos típico, una pluralidad de dichos actuadores estarían montados en un montaje de alojamiento de freno de manera circunferencial al mismo, y en alineación con la pila de discos de freno. El actuador 10 incluye una cubierta superior 12 que se integra con un vástago central 14, como se muestra. Un tornillo de bola cilíndrico 16 está en acoplamiento operativo con una tuerca cilíndrica 18, estando el tornillo y la tuerca interacoplados activamente mediante bolas recibidas dentro de los trayectos espirales 20 definidos entre ellos. Como se muestra en la figura 1, una mitad de cada uno de los trayectos espirales está en cada uno de los tornillos de bola 16 y la tuerca cilíndrica 18, y juntos forman los trayectos o canales.

Un engranaje de transmisión 22 está conectado operativamente a, y accionado por, un actuador de motor y sirve para accionar un anillo de engranaje 24 que está conectado activamente al tornillo de bola cilíndrico 16. El tornillo de bola 16 sirve para accionar la tuerca cilíndrica 18 a través del accionamiento de bola mencionado anteriormente.

55 Un cojinete de rodillos anular plano 26, con o sin una arandela de empuje, se interpone entre el anillo de engranaje 24 y la cubierta superior 12, como se ilustra. Un aislador de pistón 28 está conectado a, y accionado por, la tuerca cilíndrica 18 en la placa de presión 46 de una pila de discos de freno asociada. Este acoplamiento es efectuado por un motor (no mostrado) que acciona el engranaje de transmisión 22, que a su vez acciona el anillo de engranaje 24, que acciona el tornillo de bola cilíndrico 16 y, por consiguiente, la tuerca cilíndrica 18. Los cojinetes 30 están interpuestos alrededor del vástago central 14, manteniendo el tornillo de bolas cilíndrico 16 en alineación axial con este. El actuador 10 incluye un alojamiento 32, que mantiene la estructura operativa del mismo, estando el alojamiento 32 montado en un alojamiento de freno asociado. Una tapa 34, que sirve como cubierta medioambiental que protege la estructura operativa del actuador 10 del entorno, está fijada a, y posicionada sobre, la cubierta superior 12.

65 Los expertos en la técnica apreciarán que el actuador de freno 10 funciona de forma que el engranaje de transmisión 22 acciona el anillo de engranaje 24 que, a su vez, acciona el tornillo de bola cilíndrico 16 y la tuerca cilíndrica 18 para mover el pistón 28 en la placa de presión 46 de la pila de discos de freno. Una fuerza reaccionaria a la

## ES 2 330 158 T3

5 aplicación del freno pasa en orden inverso a través de esta cadena, desde el aislador del pistón 28 al cojinete de empuje 26 y a continuación, a la cubierta superior 12. En respuesta a esta fuerza reaccionaria, la cubierta superior 12 está desviada. La cantidad de desviación axial es correlativa a la aplicación de fuerza de freno. Se ha determinado de acuerdo con la invención que la supervisión del componente axial de la desviación de la cubierta superior 12 constituye un medio preciso para controlar la fuerza de actuación del freno del motor que acciona el actuador. Por consiguiente, la desviación de la cubierta superior 12 constituye una fuente de señal precisa de la actividad de la fuerza de freno y puede utilizarse en una red de retroalimentación para controlar el motor de accionamiento del actuador para controlar la aplicación y liberación de la fuerza de freno.

10 De acuerdo con la invención, un transductor de fuerza de freno 36 se interpone entre la tapa 34 y la cubierta superior 12. El transductor de fuerza 36 puede tener una cualquiera entre diversas configuraciones geométricas, pero en la realización mostrada tiene forma de viga 38 que está fijada entre la cubierta superior 12 y la tapa 34. La viga 38 tiene extremos 40 que se fuerzan hacia arriba hasta contactar y fijar el acoplamiento con la tapa 34 mediante la fuerza dirigida hacia arriba impartida mediante un tornillo de ajuste 42 recibido en forma de rosca por la viga 38 en alineamiento axial con la cubierta superior 12 y el vástago central 14, y forzado contra la cubierta superior 12. Puede utilizarse una contratuerca 44 para fijar y bloquear la posición del tornillo de ajuste 42 para fijar y mantener la posición del tornillo de ajuste 42 y, consecuentemente, la viga 38, para efectuar y mantener una precarga de la viga 38. También se contempla el empleo de un tornillo de ajuste de autobloqueo o un adhesivo de bloqueo apropiado, si el espacio no acomoda una contratuerca. Los expertos en la técnica apreciarán que, como el tornillo de ajuste 42 está roscado a través de la viga 38, la viga 38 está forzado hacia arriba como se muestra en el dibujo de la figura 1, de modo que los extremos 40 se acoplan a la parte superior del interior de la tapa 34 y están excluidos de este modo de un movimiento ascendente adicional, de modo que un mayor ajuste de los tornillos de ajuste 42 tiende a precargar enérgicamente la viga 38 en una dirección ascendente. Se apreciará que puede proporcionarse una apertura en la parte central axial de la tapa 34 para permitir el acceso al tornillo de ajuste 42 y la contratuerca 44, o el ajuste del tornillo de ajuste y la tuerca 42, 44 puede realizarse antes del acoplamiento fijado de la tapa superior 34 sobre la cubierta superior 12, efectuándose la precarga de este modo. Esta precarga de la viga 38 está operativa para garantizar lecturas precisas durante toda la vida de la unidad, y establece una señal de salida de umbral para un estado de reposo en el que los frenos no están accionados.

30 Con referencia ahora a la figura 2, puede obtenerse una apreciación de una realización del transductor de fuerza 36. Como se muestra en la figura 2, la viga 38 incluye una sección central 50, que tiene sustancialmente forma de disco, y tiene patas 56 que se extienden hacia fuera desde él. La sección central 50 puede ser más gruesa que el resto de la viga 38, para tener una apertura central 52, que incluye roscas 54 para recibir el tornillo de ajuste 42. También se contempla que la viga 38 puede tener un grosor uniforme, teniendo un saliente en el centro 50 para recibir el tornillo de ajuste 42. En cualquier caso, las patas 56 se estrechan hacia fuera desde la sección central 50, como se muestra. Los expertos en la técnica apreciarán que esta configuración proporciona un área de tamaño significativo en las patas 56 que es adyacente a cada lado de la sección central 50 y que muestra una gran área de deformación constante cuya amplitud varía con la desviación. Es en estas áreas, desviadas de la sección central 50 hacia los extremos respectivos 40, en las que se posicionan los dispositivos sensores de deformación o desviación apropiados, tanto en la parte superior como inferior de la viga 38 con fines de supervisión de la tensión y compresión en ellas, como consecuencia de la desviación axial de la cubierta superior 12. Al estrecharse la viga 38 en esta área, se proporcionan grandes áreas de deformación constante en cualquier momento dado. Por consiguiente, la localización e instalación de la galga extensiométrica es menos problemática, ya que el área de trabajo de la instalación de la galga (dispositivo piezoeléctrico) es mayor de lo que habría sido en una viga no afilada.

45 Como se muestra en la figura 3, una vista transversal parcial de la viga de la figura 2, los elementos piezoresistentes 58 están fijados a superficies alineadas superiores e inferiores de la viga 58 en una sección de estos que muestra la deformación constante bajo desviación. Los expertos en la técnica apreciarán que dicha desviación resultará en una compresión en un lado de la viga 38 y una tensión correspondiente en el otro lado cuando se produce dicha desviación. Se ha descubierto que la tensión y compresión están directamente correlacionadas con la desviación de la viga 38 y, por consiguiente, de la cubierta superior 12. Dado que la única fuerza impartida a la viga 38 es fuerza axial a través del tornillo de ajuste 42, que es coaxial a la cubierta 12 y el vástago central 14, esta fuerza se correlaciona directamente con la aplicación de fuerza del freno. No existen componentes de fuerza radial apreciables, ni tampoco son deseables, ya que dichos componentes no están correlacionados con la aplicación de fuerza de freno.

50 Como se muestra en la figura 4, los elementos piezoresistentes 58 están conectados en un circuito de puente apropiado, de modo que la supervisión del desequilibrio del puente está correlacionado directamente con la desviación y, por consiguiente, la aplicación de la fuerza de freno. En la realización mostrada en la figura 4, se emplea un puente de Wheatstone. Por supuesto, puede sustituirse cualquiera de los numerosos puentes o circuitos de supervisión. Como se muestra, una fuente de alimentación 62, 64 está conectada a lo largo de las patas opuestas o nodos del puente 60, estando la salida, normalmente en miliamperios correspondientes a la desviación y aplicación de la fuerza, supervisada a través de las terminales de salida conectadas a los nodos restantes.

65 Mientras que en la realización preferida de la invención presentada, se han empleado dispositivos piezoresistentes, la invención contempla la utilización de varios sensores capaces de captar esfuerzos o cambio de posición. Se apreciará que el transductor presentado y descrito en la presente memoria puede emplear dispositivos piezoeléctricos, extensiómetros, sensores ópticos, dispositivos de desplazamiento lineal y similares.

## ES 2 330 158 T3

Debe advertirse ahora que la estructura presentada anteriormente proporciona la implementación de un transductor de fuerza de freno que es operativo para captar únicamente el componente axial de la fuerza reaccionaria de un actuador de pistón de freno. De este modo, se obtiene una lectura precisa de una aplicación instantánea de la fuerza de freno, estando dicha lectura adaptada para su uso en un sistema de control de retroalimentación de aplicación de freno.

5

De este modo, puede verse que los diversos aspectos de la invención se han conseguido por la estructura presentada y descrita anteriormente. Mientras que de acuerdo con los estatutos de patentes, solo se han presentado y descrito con detalle el mejor modo y la realización preferente de la invención, se entenderá que la invención no está limitada a estos o por estos. Por consiguiente, para una apreciación del verdadero alcance y amplitud de la invención, debe hacerse referencia a las siguientes reivindicaciones.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

# ES 2 330 158 T3

## REIVINDICACIONES

1. Un actuador (10) de freno eléctrico, que comprende:

5 un montaje (16, 18) de tuerca y tornillo accionado por engranaje del motor mantenido dentro de un alojamiento (32); un pistón (28) conectado a dicho montaje de tuerca y tornillo para un acoplamiento accionado con una placa de presión (46) para una pila de discos de freno; una cubierta superior (12) fijada a dicho alojamiento (32) para recibir una fuerza reaccionaria de dicho montaje de tuerca y tornillo durante la actuación del freno; una tapa (34) recibida sobre dicha cubierta (12); y un miembro alargado (38) interpuesto entre dicha cubierta superior (12) y dicha tapa (34) y que reacciona a dicha fuerza reaccionaria para presentar una salida eléctrica correspondiente a una fuerza de aplicación del freno, **caracterizado** porque el miembro alargado (38) está contenido en una parte exterior del mismo por dicha tapa (34) y en una parte interna del mismo por dicha cubierta superior (12), y puede ser desviado por dicha fuerza reaccionaria aplicada a dicha parte interna en la que dicho miembro (38) está contenido por dicha cubierta superior (12).

15 2. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha parte interior de restricción de dicho miembro alargado (38) es coaxial a dicho montaje (16, 18) de tornillo y tuercas.

20 3. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho miembro alargado (38) comprende un transductor de fuerza (36).

4. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho transductor de fuerza (36) comprende sensores piezoeléctricos (58) conectados a dicho miembro alargado (38).

25 5. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dichos sensores piezoeléctricos (58) responden al movimiento de dicho miembro alargado (38) que resulta de, y se correlaciona con, dicha fuerza reaccionaria.

30 6. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho miembro alargado (38) recibe un miembro de presión (42) orientado centralmente al mismo y coaxial con dicho montaje (16, 18) de tornillo y tuerca.

35 7. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho miembro de presión (42) fuerza a dicho miembro alargado (38) alejándolo de dicha cubierta superior (12) y hacia dicha tapa (34).

8. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que dicho miembro de presión (42) es recibido en forma de rosca por dicho miembro alargado (38), que tiene un extremo del mismo acoplado a dicha cubierta superior (12) coaxialmente con dicho montaje (16, 18) de tornillo y tuerca.

40 9. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho miembro alargado comprende una viga (38) y dichos sensores comprenden dispositivos piezoeléctricos (58) en lados opuestos de dicha viga.

45 10. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha viga (38) es de una masa alargada en una posición central (50) entre extremos opuestos (40), estando posicionados dichos dispositivos piezoeléctricos (58) entre dicha parte central (50) y dichos extremos (40).

11. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dichos dispositivos piezoeléctricos (58) están conectados a un circuito (60) puente para supervisar la desviación de dicha viga (38).

50 12. El actuador de freno eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que dichos dispositivos piezoeléctricos (58) comprenden resistores piezoeléctricos.

55

60

65

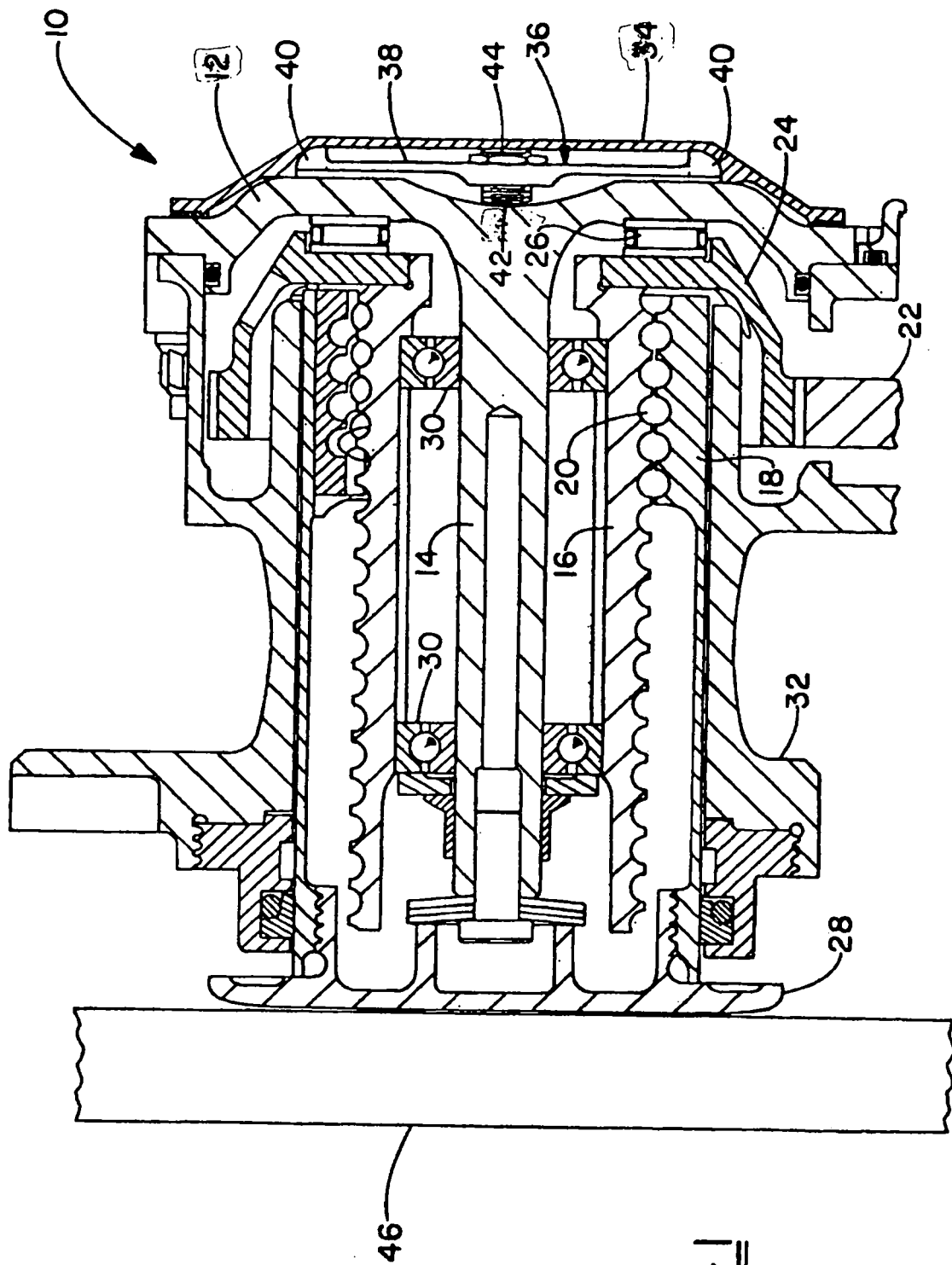


FIG.-1

