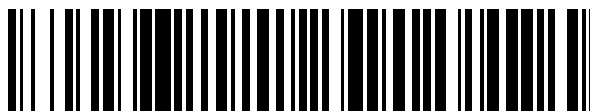


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 301**

51 Int. Cl.:

F16D 63/00 (2006.01)

B60T 1/10 (2006.01)

F16D 57/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2008 E 08803069 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2188544**

54 Título: **Dispositivo y método de frenado**

30 Prioridad:

16.08.2007 TR 200705658

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

14.11.2013

73 Titular/es:

**ERKE ERKE ARASTIRMALARI VE MÜHENDISLIK
A.S. (100.0%)
Halkali Merkez Mah. Basın Ekspres Yolu, No. 5/A,
K.cekmece
34303 İstanbul, TR**

72 Inventor/es:

ÖZTÜRK, MUSTAFA NACI

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 429 301 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 método de frenado

La presente invención se refiere a un método de frenado giroscópico.

Antecedentes

5 Los sistemas de frenado convencionales se basan en la fricción para reducir la energía cinética de un vehículo o de cualquier otro dispositivo a ser desacelerado. Típicamente esto se consigue por medio de pastillas o zapatas de freno que actúan contra un disco o tambor. Sin embargo, tales sistemas convencionales presentan varias desventajas. En particular, la fricción que actúa sobre las pastillas o zapatas de freno hace que éstas se desgasten y, si no se sustituyen cada cierto tiempo, entonces el rendimiento del freno puede sufrir y finalmente pueden tener
10 lugar daños en el disco o tambor de freno. Adicionalmente, la fricción en la que se basan los sistemas de frenado convencionales genera grandes cantidades de energía térmica, si tal energía térmica no se gestiona con cuidado, las temperaturas resultantes pueden distorsionar los componentes del freno, afectando adversamente de ese modo al rendimiento de frenado. Para mitigar esto, los sistemas de frenado pueden estar provistos con un dispositivo de refrigeración, particularmente en casos en los que se genera una gran cantidad de calor. Sin embargo, en todos los
15 sistemas de frenado convencionales por fricción, el calor se disipa de modo que no puede recuperarse y finalmente es energía desperdiciada.

En este sentido, se ha visto que los dispositivos de frenado regenerativos alivian algunos de estos problemas. Por ejemplo, los sistemas de frenado regenerativos eléctricos convierten parte de la energía cinética en energía eléctrica que se almacena a continuación en baterías o condensadores. Sin embargo, tales sistemas son complejos y
20 requieren adicionalmente motores/generadores eléctricos y baterías/condensadores, que son caros y se añaden al peso de un vehículo (lo que puede tener a su vez un efecto perjudicial sobre el rendimiento del vehículo). Alternativamente, se pueden usar sistemas de frenado regenerativos mecánicos con un volante de inercia que actúa como un medio de almacenamiento de energía. Sin embargo, los volantes de inercia usados en tales sistemas son grandes y pesados y pueden afectar también adversamente a la dinámica del vehículo.

25 La presente invención por lo tanto busca acometer estos problemas.

Declaraciones de la invención

En consecuencia es deseable proporcionar un método que consiga un frenado sin transformar la energía cinética en calor a través de la fricción, reduzca la contaminación medioambiental y produzca sistemas de frenado baratos, duraderos y seguros.

30 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de frenado de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método de frenado de acuerdo con el uso de un dispositivo de frenado, que comprende un cuerpo y un bastidor, el método comprende las etapas de: soportar el cuerpo en el bastidor de modo que el cuerpo esté limitado a girar alrededor de un primer eje, un segundo eje y un tercer eje, en el
35 que el primer eje esté orientado con respecto al segundo eje en un ángulo de inclinación, tanto el primer como el tercer ejes giren alrededor del segundo eje y la rotación del cuerpo alrededor del tercer eje dé lugar a un cambio en el ángulo de inclinación; giro del cuerpo alrededor del primer eje con una o más fuentes de potencia motriz; conexión tanto del segundo como del tercer eje a un mismo movimiento a ser frenado.

40 El método puede comprender la etapa adicional de controlar la magnitud de la fuerza de frenado. El método puede comprender la etapa adicional de controlar la velocidad de rotación del cuerpo alrededor del primer eje. El método puede comprender la etapa adicional de ajustar el intervalo del ángulo de inclinación.

El método puede comprender la etapa adicional de ajustar la relación de transmisión de (A) el movimiento a ser frenado, a (B) la rotación del cuerpo alrededor de al menos uno de entre el primer, el segundo y el tercer ejes.

45 El método puede comprender la etapa adicional de cambio de la dirección de rotación del cuerpo alrededor del primer eje o del segundo eje. El método puede comprender la etapa adicional de detener la rotación del cuerpo alrededor del primer eje.

El método puede comprender la etapa adicional de conexión del primer eje, el segundo eje y el tercer eje a la fuente de potencia motriz que comprende el movimiento a ser frenado. El método puede comprender la etapa adicional de cambio de la dirección de rotación del cuerpo alrededor del tercer eje.

- 5 El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender una o más fuentes de potencia motriz para la rotación del cuerpo alrededor del primer eje. Las una o más fuentes de potencia motriz para la rotación del cuerpo alrededor del primer eje pueden comprender el movimiento a ser frenado. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente una o más fuentes de potencia motriz para la rotación del cuerpo alrededor de uno de entre el segundo y el tercer ejes. Las una o más fuentes de potencia motriz para rotación del cuerpo alrededor de uno de entre el segundo y el tercer ejes puede comprender el movimiento a ser frenado. El dispositivo de frenado puede adicionalmente comprender una o más fuentes de potencia motriz para la rotación del cuerpo alrededor del otro de entre el segundo y el tercer ejes.
- 10 Las una o más fuentes de potencia motriz para la rotación del cuerpo alrededor del otro de entre el segundo y el tercer ejes pueden comprender el movimiento a ser frenado.
- 15 El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender un medio de conexión para conectar el movimiento de frenado a al menos uno de entre el segundo y el tercer ejes. El medio de conexión puede ser directo o indirecto y el medio de conexión puede comprender un accionamiento por inducción.
- 20 El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente uno o más medios de control de la magnitud de la fuerza de frenado. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente al menos un medio para el control de la relación de transmisión de (A) el movimiento a ser frenado, a (B) la rotación del cuerpo alrededor de al menos uno de entre el primero, el segundo y el tercer ejes. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente al menos un medio para el ajuste del intervalo del ángulo de inclinación. El medio para el ajuste del intervalo del ángulo de inclinación puede comprender un medio para la limitación de modo mecánico de la rotación del cuerpo alrededor del tercer eje en ambos sentidos entre un valor de ángulo límite inferior y uno superior. Los medios para el ajuste del intervalo del ángulo de inclinación pueden comprender un medio para el ajuste de los valores del ángulo de limitación inferior y superior durante el funcionamiento del dispositivo de frenado. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente uno o más medios para el control de la velocidad de rotación del cuerpo alrededor del primer eje.
- 25 El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender uno o más medios para impedir que el cuerpo repose en cualquier posición en la que el primer eje y el segundo eje sean sustancialmente paralelos o coincidentes. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente uno o más medios para la rotación del cuerpo alrededor del tercer eje. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente uno o más medios para cambio de la dirección de rotación del cuerpo alrededor del primer eje. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente uno o más medios para cambio de la dirección de rotación de cuerpo alrededor del segundo eje. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente al menos un medio para detener la rotación del cuerpo alrededor del segundo o del tercer eje. El dispositivo de frenado puede comprender adicionalmente uno o más medios para cambio de la dirección de rotación del cuerpo alrededor del tercer eje.
- 30 El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender adicionalmente uno o más medios para la conexión de tanto el segundo eje como el tercer eje al movimiento a ser frenado. El medio para la conexión de tanto el segundo eje como el tercer eje al movimiento a ser frenado puede comprender un engranaje fijo que se conecta a la parte no rotativa del bastidor y puede acoplarse también a un engranaje al que se conecta el tercer eje.
- 35 El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender adicionalmente uno o más medios para la conexión del primer eje, el segundo eje y el tercer eje al movimiento a ser frenado.
- 40 El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender un controlador con una unidad de control automático que controle una o más de las velocidades y direcciones de rotación del cuerpo alrededor del primer eje, del segundo eje y del tercer eje, magnitudes del par aplicado al cuerpo alrededor del primer eje, del segundo eje y del tercer eje, la posición del cuerpo y el intervalo del ángulo de inclinación.
- 45 Se puede usar un segundo dispositivo de frenado en el método inventivo, rotando los cuerpos de los dos dispositivos de frenado sustancialmente a la misma velocidad de rotación alrededor de sus primeros ejes, y estando enlazados los bastidores en los dos dispositivos de frenado de modo que pueden estar con una diferencia de fase de 90° entre sus respectivos ángulos de inclinación.
- 50 El tercer eje puede ser sustancialmente perpendicular tanto al primer como al segundo ejes. El primer eje puede pasar sustancialmente a través del centro de masas del cuerpo. El cuerpo puede disponerse de modo que el momento de inercia del cuerpo alrededor del primer eje sea sustancialmente maximizado. El cuerpo puede comprender un núcleo, unos radios y una llanta con forma de anillo. El momento de inercia del cuerpo puede ser más alto que o igual a $(M * R^2 / 2)$ en la que M es la masa del cuerpo y R el radio medio del cuerpo medido con respecto al primer eje. El cuerpo puede realizarse de un material con un módulo de elasticidad que supere 100 GPa.

El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender uno o más sensores para la medición de valores de uno o más de los siguientes parámetros: la rotación alrededor del primer eje y/o del segundo eje y/o del tercer eje, la velocidad angular de rotación alrededor del primer eje y/o del segundo eje y/o del tercer eje, la posición del cuerpo, el par de rotación alrededor del primer eje y/o del segundo eje y/o del tercer eje, una fuerza, la velocidad y/o el par del movimiento a ser frenado.

El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender uno o más medios para el control de la magnitud de la fuerza de frenado. El medio para el control de la magnitud de la fuerza de frenado puede comprender al menos un medio para el control de la relación de transmisión de (A) el movimiento a ser frenado, a (B) la rotación del cuerpo alrededor de al menos uno de entre el primer, el segundo y el tercer ejes. El medio para el control de la magnitud de la fuerza de frenado puede comprender al menos un medio para el ajuste del intervalo del ángulo de inclinación. El medio para el control de la magnitud de la fuerza de frenado puede comprender uno o más medios para el control de la velocidad de rotación del cuerpo alrededor del primer eje.

El dispositivo de frenado usado en el método inventivo puede comprender uno o más medios para impedir que el cuerpo repose en cualquier posición en la que el primer eje y el segundo eje sean sustancialmente paralelos o coincidentes. El medio para impedir que el cuerpo repose en cualquier posición en la que el primer eje y el segundo eje sean sustancialmente paralelos o coincidentes puede comprender uno o más medios para la rotación del cuerpo alrededor del tercer eje. El medio para impedir que el cuerpo repose en cualquier posición en la que el primer eje y el segundo eje sean sustancialmente paralelos o coincidentes puede comprender uno o más medios para el cambio de la dirección de rotación del cuerpo alrededor del primer eje. El medio para impedir que el cuerpo repose en cualquier posición en la que el primer eje y el segundo eje sean sustancialmente paralelos o coincidentes puede comprender adicionalmente uno o más medios para cambio de la dirección de rotación del cuerpo alrededor del segundo eje.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, y para mostrar más claramente cómo se puede llevar a la práctica, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos siguientes, en los que:

la Figura 1 es un diagrama que ilustra la orientación relativa de los ejes de rotación del dispositivo de frenado;

la Figura 2 es un diagrama que ilustra el ángulo de inclinación (θ) entre el primer eje y el segundo eje;

la Figura 3 es una vista esquemática del dispositivo de frenado de acuerdo con una primera realización de la invención; y

la Figura 4 es una vista esquemática del dispositivo de frenado de acuerdo con una cuarta realización de la invención.

Descripción detallada de la realización preferida

Con referencia a la Figura 1, se limita un cuerpo 4 a que gire alrededor de un primer eje 1, un segundo eje 2 y un tercer eje 3. Se usa un cubo 5 para ilustrar la orientación relativa de los ejes y se usa un plano 6 para ilustrar más claramente la localización del cuerpo en el espacio. Mientras que el cuerpo 4 se representa como un disco cilíndrico plano, no es necesario que el cuerpo tenga esa forma. Sin embargo, por facilidad de explicación y conveniencia, el cuerpo 4 se muestra en las figuras como un cilindro plano. De modo similar, aunque no se requiere que el segundo eje 2 esté vertical, se muestra como vertical en las figuras para simplificar la explicación de la invención.

El primer eje 1 se orienta con respecto al segundo eje 2 en un ángulo de inclinación θ tal como se muestra en la Figura 2. El ángulo de inclinación θ determina la orientación relativa del primer eje 1 y del segundo eje 2. La rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 da lugar a un cambio en el ángulo de inclinación θ . El tercer eje 3 puede estar sustancialmente perpendicular tanto al primer eje 1 como al segundo eje 2.

Hablando en general, en geometría un ángulo se define como el espacio entre dos líneas que se intersectan. Sin embargo, no es necesario que el primer eje 1 y el segundo eje 2 se intersecten en la presente invención. Si el primer eje 1 y el segundo eje 2 no se intersectan, entonces el ángulo de inclinación θ se define como uno de los ángulos entre el primer eje 1 y el segundo eje 2 cuando se ve a lo largo de la dirección de la línea más corta que une el primer eje 1 y el segundo eje 2. (Una forma alternativa de expresar esta relación geométrica es considerar un punto en el primer eje 1 y considerar una línea imaginaria que pasa a través de ese punto y que es paralela al segundo eje 2. El ángulo de inclinación θ se define entonces como uno de los ángulos en los que el primer eje 1 intersecta esta línea imaginaria.)

Antes de concentrarse en realizaciones específicas de la presente invención, se explicará ahora el principio de funcionamiento detrás de la presente invención. Cuando es accionado un cuerpo giratorio por un par alrededor de un eje perpendicular al eje de rotación, esto hace que el eje de rotación en sí mismo gire alrededor de un eje adicional que es perpendicular tanto al eje del par aplicado como al eje de rotación. En la literatura, este movimiento se denomina precesión. En la presente invención, mientras que el cuerpo 4 gira alrededor del primer eje 1, el cuerpo 4 puede girar también alrededor del segundo eje 2 y/o del tercer eje 3. Un movimiento a ser frenado se puede concentrar o bien en el segundo eje 2 o bien en el tercer eje 3. El eje al que se conecta al movimiento a ser frenado puede denominarse "el eje de frenado" y el otro de entre el segundo y el tercer ejes se puede denominar "el eje de movimiento libre". Cuando el movimiento a ser frenado se conecta al eje de frenado, queda aplicado un par al cuerpo giratorio 4 para hacer que gire alrededor del eje de frenado. Si la rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre está permitida, como resultado tanto de la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1 como del par aplicado al cuerpo alrededor del eje de frenado, el cuerpo 4 comienza a girar asimismo alrededor del eje de movimiento libre. Al mismo tiempo, la rotación del cuerpo 4 alrededor de tanto el primer eje 1 como del eje de movimiento libre constituye un par de frenado alrededor del eje de frenado en la dirección opuesta al movimiento a ser frenado. De ese modo, para que se observe el par de frenado sobre el eje de frenado, la rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre debería estar permitida mientras que se satisfacen las siguientes condiciones: el cuerpo 4 se limita a girar alrededor del primero, del segundo y del tercer ejes, el cuerpo 4 se hace girar alrededor del primer eje 1 y el movimiento a ser frenado se conecta al eje de frenado. Este efecto de frenado se puede usar para frenar cualquier movimiento deseado. Cuando el primer eje 1 y el segundo eje 2 son sustancialmente paralelos o coincidentes, el par de frenado desaparece.

La dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre se puede determinar y se puede calcular la velocidad de esta rotación. El efecto de frenado se podría incrementar aplicando un par al cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre. La magnitud del par aplicado al cuerpo 4 se puede determinar de acuerdo con la dirección y la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre. En esta forma, se podría obtener el efecto de frenado tanto sobre el segundo eje 2 como sobre el tercer eje 3 mientras se hace girar el cuerpo 4 alrededor de los tres ejes.

La dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre se determina por la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1 y la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de frenado. Si el segundo eje 2 es el eje de frenado y se fija la dirección de la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, cuando se cambia la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2, la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 cambia. Si el segundo eje 2 es el eje de frenado y se fija la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2, cuando se cambia la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 cambia.

Alternativamente, si el tercer eje 3 es el eje de frenado y se fija la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, cuando se cambia la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3, la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2 cambia. Si el tercer eje 3 es el eje de frenado y se fija la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3, cuando se cambia la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2 cambia. Si el tercer eje 3 es el eje de frenado, cuando el cuerpo 4 pasa a través de las posiciones en las que el primer eje 1 y el segundo eje 2 son sustancialmente coincidentes o paralelos, la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2 cambia incluso aunque las direcciones de las rotaciones del cuerpo 4 alrededor del primer y del tercer ejes sean fijas.

Siempre que el primer eje 1 y el segundo eje 2 sean sustancialmente paralelos o coincidentes, no se obtiene el efecto de frenado. Por lo tanto, para obtener el efecto de frenado, debería permitirse que el cuerpo 4 gire alrededor del eje de movimiento libre mientras se consigue que el primer eje 1 y el segundo eje 2 no sean sustancialmente paralelos o coincidentes. Siempre que se desee el efecto de frenado, debería impedirse que el cuerpo 4 repose en cualquier posición en la que el primer eje 1 y el segundo eje 2 sean sustancialmente paralelos o coincidentes. Sin embargo, el cuerpo 4 puede pasar a través de estas posiciones momentáneamente.

Para impedir que el cuerpo 4 repose en cualquier posición en la que el primer eje 1 y el segundo eje 2 sean sustancialmente paralelos o coincidentes, el cuerpo 4 puede girarse alrededor del tercer eje 3, o la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor de uno del primer eje 1 y el segundo eje 2 se puede cambiar, o el eje que se conecta al movimiento a ser frenado puede cambiarse entre el segundo eje 2 y el tercer eje 3.

La magnitud de la fuerza de frenado se ha hallado que varía dependiendo del tamaño y la forma del cuerpo 4, la densidad del material del cuerpo 4, la densidad de distribución del cuerpo 4, la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, del segundo eje 2 y del tercer eje 3. La magnitud de la fuerza de frenado se incrementa cuando el cuerpo 4 está próximo a las posiciones en las que el primer eje 1 y el segundo eje 2 son perpendiculares. La magnitud de la fuerza de frenado disminuye cuando el cuerpo 4 está próximo a las posiciones en las que el primer eje 1 y el segundo eje 2 son paralelos o coincidentes. Cuando el primer eje 1 es perpendicular al segundo eje 2, la magnitud de la fuerza de frenado es la máxima. Cuando el primer eje 1 y el segundo eje 2 son paralelos o coincidentes, la magnitud de la fuerza de frenado es cero.

5 Cuando la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1 se incrementa, la magnitud de la fuerza de frenado se incrementa. Cuando la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1 se disminuye, la magnitud de la fuerza de frenado disminuye. Cuando la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2 se incrementa, la magnitud de la fuerza de frenado se incrementa. Cuando la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2 se disminuye, la magnitud de la fuerza de frenado disminuye. Cuando la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 se incrementa, la magnitud de la fuerza de frenado se incrementa. Cuando la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 se disminuye, la magnitud de la fuerza de frenado disminuye.

10 Con referencia a la Figura 3, un dispositivo de frenado comprende la disposición descrita anteriormente en relación a las Figuras 1 y 2. En consecuencia, el cuerpo 4 está limitado a girar alrededor del primer eje 1, del segundo eje 2 y del tercer eje 3. El primer eje 1 se orienta con respecto al segundo eje 2 con un ángulo de inclinación θ , mientras que el tercer eje 3 es sustancialmente perpendicular tanto al primer como al segundo ejes.

15 La parte principal del dispositivo de frenado es el cuerpo 4. El cuerpo 4 comprende un núcleo y unos radios y una llanta de forma anular para maximizar el momento de inercia del cuerpo 4. En consecuencia, el momento de inercia del cuerpo puede ser mayor que o igual a $(M * R^2 / 2)$ en la que M es la masa del cuerpo y R el radio medio del cuerpo medido con respecto al primer eje. El radio medio de un cuerpo medido con respecto a un eje dado es el promedio del radio medio de las secciones transversales con respecto al eje dado que se obtiene mediante la intersección del cuerpo con cada plano que es perpendicular al eje dado. El cuerpo puede hacerse también de un material con un módulo de elasticidad que supere los 100 GPa.

20 Se usa un eje 9 del cuerpo para llevar el cuerpo 4 y también para transferir la fuerza al cuerpo 4 para el giro del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1. El eje 9 del cuerpo está soportado por un primer bastidor 11 y el cuerpo 4 gira alrededor del primer eje 1 dentro del primer bastidor 11. Hay un primer motor 10 sobre el eje 9 del cuerpo o conectado al eje 9 del cuerpo para la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1. El primer motor 10 podría ser de cualquier clase, por ejemplo un motor hidráulico o un motor eléctrico, etc. Este motor se alimenta preferiblemente con energía desde una fuente externa. El primer bastidor 11 está soportado dentro del segundo bastidor 12 de modo que el primer bastidor 11 gire alrededor del tercer eje 3 dentro del segundo bastidor 12. El segundo bastidor 12 se dispone también para girar alrededor del segundo eje 2. Esta disposición del primer bastidor 11 y del segundo bastidor 12 permite que el cuerpo 4 gire alrededor del primero, del segundo y el tercer ejes en la forma previamente descrita.

30 El eje 9 del cuerpo 4 se conecta al primer bastidor 11 mediante cojinetes. El primer bastidor 11 se conecta mediante cojinetes adicionales al segundo bastidor 12, que a su vez se conecta directa o indirectamente al movimiento a ser frenado. Por ejemplo, la conexión al movimiento a ser frenado podía comprender un accionamiento por inducción. La conexión al movimiento a ser frenado puede comprender también un medio de desacoplamiento, por ejemplo, un embrague.

35 La disposición del primer bastidor 11 le permite girar de modo que el ángulo de inclinación θ se puede cambiar. Hay al menos una estructura 14 para impedir el cambio en el ángulo de inclinación θ y para controlar la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3. Esta estructura 14 puede comprender medios para la aplicación de un par al cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3. Por ejemplo, uno o más de entre un actuador lineal, una fuente de potencia motriz y un cilindro y pistón pasivos se podrían usar para aplicar un par al cuerpo 4 alrededor del eje 3. La fuente de potencia motriz puede comprender un motor hidráulico, un motor neumático o un motor eléctrico. El actuador lineal puede comprender un sistema hidráulico o un sistema neumático. Al impedir la rotación alrededor del tercer eje 3, la estructura 14 impide que el efecto de frenado tenga lugar cuando no se requiere.

45 Para incrementar la eficiencia del dispositivo de frenado, se usa una unidad de control automático 8 para proporcionar diferentes condiciones de funcionamiento. Dependiendo del área de aplicación, la unidad de control automático 8 obtiene diferentes señales de entrada desde diversos sensores del dispositivo de frenado y fija los parámetros del dispositivo tales como las velocidades y las direcciones de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, del segundo eje 2 y del tercer eje 3, las magnitudes del par aplicado al cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, del segundo eje 2 del tercer eje 3, la posición 4 y el intervalo del ángulo de inclinación θ . El dispositivo de frenado puede comprender una estructura que ajusta el intervalo del ángulo de inclinación θ . La estructura que ajusta el intervalo del ángulo de inclinación θ puede comprender un medio para limitar mecánicamente la rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 en ambos sentidos entre unos valores de ángulo límite inferior y superior y puede comprender adicionalmente un medio para ajustar estos valores de ángulo durante el funcionamiento del dispositivo de frenado para una elección de un valor del ángulo límite inferior y un valor del ángulo límite superior. La estructura que ajusta el intervalo del ángulo de inclinación θ puede comprender uno o más de una fuente de potencia motriz o un actuador lineal usado para la rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3. La estructura que ajusta el intervalo del ángulo de inclinación θ puede controlarse también ajustando la presión de un fluido.

Además de lo anterior, hay un mecanismo 13 para el cambio de la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2. El mecanismo 13 comprende un brazo de manivela 15 que conecta una primera rueda de manivela 16 a una segunda rueda de manivela 17. La primera rueda de manivela 16 se conecta directamente al segundo eje 2, mientras que la segunda rueda de manivela 17 se conecta directamente o indirectamente a un movimiento a ser frenado. La segunda rueda de manivela 17 puede conectarse al movimiento a ser frenado a través de un mecanismo de embrague y/o un tren de accionamiento adicional con una o más relaciones de transmisión. La magnitud de la fuerza de frenado se podría ajustar ajustando la relación de transmisión del tren de accionamiento, entre el movimiento de frenado y el segundo y/o tercer ejes. Un extremo del brazo de manivela 15 se conecta a un punto excéntrico sobre la primera rueda de manivela 16, mientras que el otro extremo del brazo de manivela 15 se conecta a un punto excéntrico sobre la segunda rueda de manivela 17. Los puntos excéntricos respectivos de conexión se disponen de modo que una rotación completa de la segunda rueda de manivela 17 produce una rotación oscilatoria en la primera rueda de manivela 16. En esta forma la rotación continua de la segunda rueda de manivela 17 (mediante el movimiento a ser frenado) hace que la segunda rueda de manivela 16 (y por ello el segundo eje 2) oscile, cambiando de ese modo la dirección de rotación.

Se explicará ahora el funcionamiento del dispositivo de frenado. Cuando el motor de accionamiento 10 se conecta, el motor hace girar el eje 9 del cuerpo. De ese modo, el cuerpo 4 comienza a girar alrededor del primer eje 1. Mientras el cuerpo 4 está girando alrededor del primer eje 1, también gira alrededor del segundo eje 2 mediante el movimiento a ser frenado. Condicionado a que el primer eje 1 y el segundo eje 2 no sean sustancialmente paralelos o coincidentes, el cuerpo 4 comienza a girar alrededor del tercer eje 3. Como resultado de la rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 combinada con la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, tiene lugar un efecto de frenado sobre el segundo eje 2 contra el movimiento a ser frenado. Para incrementar la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del ser eje 3, se usa también una fuente de potencia motriz (no mostrada) conectada al tercer eje 3. El dispositivo de frenado comprende también medios para conectar tanto el segundo eje como el tercer eje al movimiento a ser frenado. El medio para conectar tanto el segundo eje como el tercer eje al movimiento a ser frenado puede comprender un engranaje fijo que se conecta a la parte no giratoria del bastidor y también acoplado a un engranaje al que se conecta el tercer eje. Dado que el movimiento a ser frenado se usa también para hacer girar el cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 para incrementar la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3, el efecto de frenado se incrementa. De ese modo, el efecto de frenado se incrementa sobre el segundo eje 2 y también tiene lugar un efecto de frenado sobre el tercer eje 3. Si las velocidades de rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, del segundo eje 2 y del tercer eje 3 se incrementan, el efecto de frenado también se incrementa. Además de esto, ajustando la relación de transmisión del movimiento a ser frenado a la rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de frenado, se podría ajustar la magnitud de la fuerza de frenado. Si no se requiere el efecto de frenado, la rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 no está permitida. Para mantener el dispositivo de frenado siempre listo para frenado, el cuerpo 4 puede mantenerse girando alrededor del primer eje 1 mediante el motor de accionamiento 10. En esta forma se puede proporcionar una fuerza de frenado instantáneamente cuando se desea el efecto de frenado. Cuando el movimiento a ser frenado no se acopla a la segunda rueda de manivela 17, para acoplar el movimiento a ser frenado a la segunda rueda de manivela 17 fácilmente, el cuerpo 4 se puede mantener girando alrededor del segundo eje 2 mediante una fuente de potencia motriz (no mostrada). Para incrementar la eficiencia del dispositivo de frenado y para controlar la magnitud de la fuerza de frenado, se ajustan las velocidades y direcciones de rotación alrededor del primer eje 1, del segundo eje 2 y del tercer eje 3 mediante la unidad de control automático 8.

Se considera que la cantidad de potencia necesaria para la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1 es la cantidad que sea suficiente para superar las pérdidas de energía que surgen con la fricción debida a la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1.

El efecto de frenado sobre el movimiento a ser frenado se podría eliminar usando al menos uno de los siguientes métodos: (i) detención de la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, (ii) impedir la rotación del cuerpo 4 alrededor del eje de movimiento libre, (iii) desacoplar el movimiento a ser frenado y el dispositivo de frenado. Los métodos (i) y (ii) permiten que el efecto de frenado se elimine mientras se conecta el movimiento a ser frenado al dispositivo de frenado.

En una realización adicional de un dispositivo de frenado no reivindicado en el presente documento, que no se muestra en las figuras, el tercer eje 3 es el eje de frenado, en lugar del segundo eje 2. La segunda realización es por lo demás similar a la primera realización. Por las mismas razones que las descritas anteriormente, y mientras que el cuerpo 4 está girando alrededor tanto del primer eje 1 como del tercer eje 3, el cuerpo 4 comienza a girar alrededor del segundo eje 2. Como resultado de la rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2, combinada con la rotación del cuerpo 4 alrededor del primer eje 1, tiene lugar un efecto de frenado sobre el tercer eje 3 al que se conecta el movimiento a ser frenado. La mayor diferencia entre la primera y la segunda realizaciones es que no hay problema en relación a la posición del cuerpo 4 cuando el primer eje 1 y el segundo eje 2 son sustancialmente paralelos o coincidentes dado que el movimiento a ser frenado se conecta al tercer eje 3. Sin embargo, cuando el cuerpo 4 pasa a través de una posición en la que el primer y el segundo eje 2 son sustancialmente paralelos o coincidentes, la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2 cambiará. Pero debido a la inercia del sistema hay un retardo en el cambio de la dirección de rotación del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2. Para

eliminar el retardo, hay preferiblemente una estructura de detención de la rotación no deseada del cuerpo 4 alrededor del segundo eje 2. Esta estructura se podría controlar mediante la unidad de control automático, con, por ejemplo, un sistema hidráulico.

5 En una realización adicional del dispositivo de frenado, se proporciona un medio para conectar tanto el segundo eje 2 como el tercer eje 3 al movimiento a ser frenado. El medio para conectar tanto el segundo eje 2 como el tercer eje 3 al movimiento a ser frenado comprende un engranaje fijo que se conecta a la parte no rotativa de segundo bastidor 12 y también se acopla a un engranaje al que se conecta el tercer eje 3.

En una alternativa adicional a esta realización, se proporcionan uno o más medios para la conexión del primer eje 1, del segundo eje 2 y del tercer eje 3 al movimiento a ser frenado.

10 Con referencia a la Figura 4, una realización de un dispositivo de frenado no reivindicada en el presente documento comprende dos dispositivos de frenado. Los dos dispositivos de frenado giran sustancialmente a la misma velocidad de rotación pero funcionan a 90 grados de diferencia de fase respectiva alrededor de los ángulos de inclinación θ . Los dos dispositivos de frenado se enlazan juntos para mantener su diferencia de fase. Las estructuras 14 para impedir el cambio en el ángulo de inclinación θ y controlar la velocidad de rotación del cuerpo 4 alrededor del tercer eje 3 pueden usarse para asegurar que los ángulos de inclinación θ de los dos dispositivos de frenado se mantienen en unos 90 grados de diferencia de fase.

15 Los segundos ejes 2 de los dos dispositivos de frenado se enlazan a través de un brazo 18. Un primer extremo del brazo 18 se conecta de modo pivotante a un brazo de palanca fijado al segundo eje del primer dispositivo de frenado, mientras que un segundo extremo del brazo 18 se conecta de modo pivotante a un brazo de palanca fijado al segundo eje del segundo dispositivo de frenado. El brazo 18 se conecta entonces de modo pivotante a un extremo del brazo de manivela 15, mientras que el otro extremo del brazo de manivela 15 se conecta a la segunda rueda de manivela 17. Como en la primera realización, la segunda rueda de manivela 17 se conecta directa o indirectamente a un movimiento a ser frenado. La segunda rueda de manivela 17 se puede conectar al movimiento a ser frenado a través de un mecanismo de embrague y/o un tren de accionamiento adicional con una o más relaciones de transmisión. Una rotación completa de la segunda rueda de manivela 17 produce un movimiento alternativo del brazo 18 que a su vez produce una rotación oscilatoria del primer y del segundo dispositivos de frenado alrededor de sus segundos ejes respectivos. En esta forma, la rotación continua de la segunda rueda de manivela 17 (por el movimiento a ser frenado) hace que la primera rueda de manivela 16 (y por ello el segundo eje 2) oscile, cambiando de ese modo la dirección de rotación. La conexión de dos dispositivos de frenado juntos de esa manera tiene el resultado de proporcionar un efecto de frenado continuo. Esta realización funciona por lo demás en la misma forma que la primera realización descrita anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un método de frenado usando un dispositivo de frenado, que comprende un cuerpo (4) y un bastidor (11, 12), el método comprende las etapas de:
- 5 soportar el cuerpo (4) en el bastidor (11, 12) de modo que el cuerpo (4) esté limitado a girar alrededor de un primer eje (1), un segundo eje (2) y un tercer eje (3), en el que el primer eje (1) esté orientado con respecto al segundo eje (2) en un ángulo de inclinación (θ), tanto el primer como el tercer ejes (1, 3) giren alrededor del segundo eje (2) y la rotación del cuerpo (4) alrededor del tercer eje (3) dé lugar a un cambio en el ángulo de inclinación (θ); giro del cuerpo (4) alrededor del primer eje (1) con una o más fuentes de potencia motriz (10); en el que
- 10 a) el segundo eje (2) se usa como un eje de frenado al que se acopla una fuente de potencia motriz que comprende el movimiento a ser frenado y el tercer eje (3) se usa como eje de movimiento libre alrededor del que se permite una rotación, o
- 15 b) el tercer eje (3) se usa como un eje de frenado al que se acopla una fuente de potencia motriz que comprende el movimiento a ser frenado y el segundo eje (2) se usa como eje de movimiento libre alrededor del que se permite una rotación,
- mediante lo que, cuando el movimiento a ser frenado se acopla al eje de frenado, queda aplicado un par al cuerpo (4) para hacer que éste gire alrededor del eje de frenado, mediante lo que, como resultado de, tanto la rotación del cuerpo (4) alrededor del primer eje (1), como del par aplicado al cuerpo (4) alrededor del eje de frenado, el cuerpo (4) comienza a girar asimismo alrededor del eje de movimiento libre, siendo denominado este movimiento precesión y, al mismo tiempo, la rotación del cuerpo (4) alrededor de tanto el primer eje (1) como el eje de movimiento libre constituye un par de frenado alrededor del eje de frenado en la dirección opuesta al movimiento a ser frenado,
- 20 **caracterizado por que**
- 25 el método comprende adicionalmente la etapa de: en caso de a) conexión del tercer eje (3) a la fuente de potencia motriz que comprende el movimiento a ser frenado, incrementar la velocidad de rotación del cuerpo (4) alrededor del tercer eje (3), y en caso b) de conexión del segundo eje (2) a la fuente de potencia motriz que comprende el movimiento a ser frenado, incrementar la velocidad de rotación del cuerpo (4) alrededor del segundo eje (2).
2. El método de frenado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el método comprende la etapa adicional de:
- controlar la magnitud de la fuerza de frenado.
- 30 3. El método de frenado de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el método comprende la etapa adicional de:
- controlar la velocidad de rotación del cuerpo alrededor del primer eje.
4. El método de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el método comprende la etapa adicional de:
- 35 - ajuste del intervalo del ángulo de inclinación.
5. El método de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el método comprende la etapa adicional de:
- ajuste de la relación de transmisión de (A) el movimiento a ser frenado, a (B) la rotación del cuerpo alrededor de al menos uno de entre el primero, el segundo y el tercer ejes.
- 40 6. El método de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el método comprende la etapa adicional de:
- detener la rotación del cuerpo alrededor del primer eje.
7. El método de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el método comprende la etapa adicional de:
- 45 conectar el primer eje, el segundo eje y el tercer eje a la fuente de potencia motriz que comprende el movimiento a ser frenado.

Fig. 1

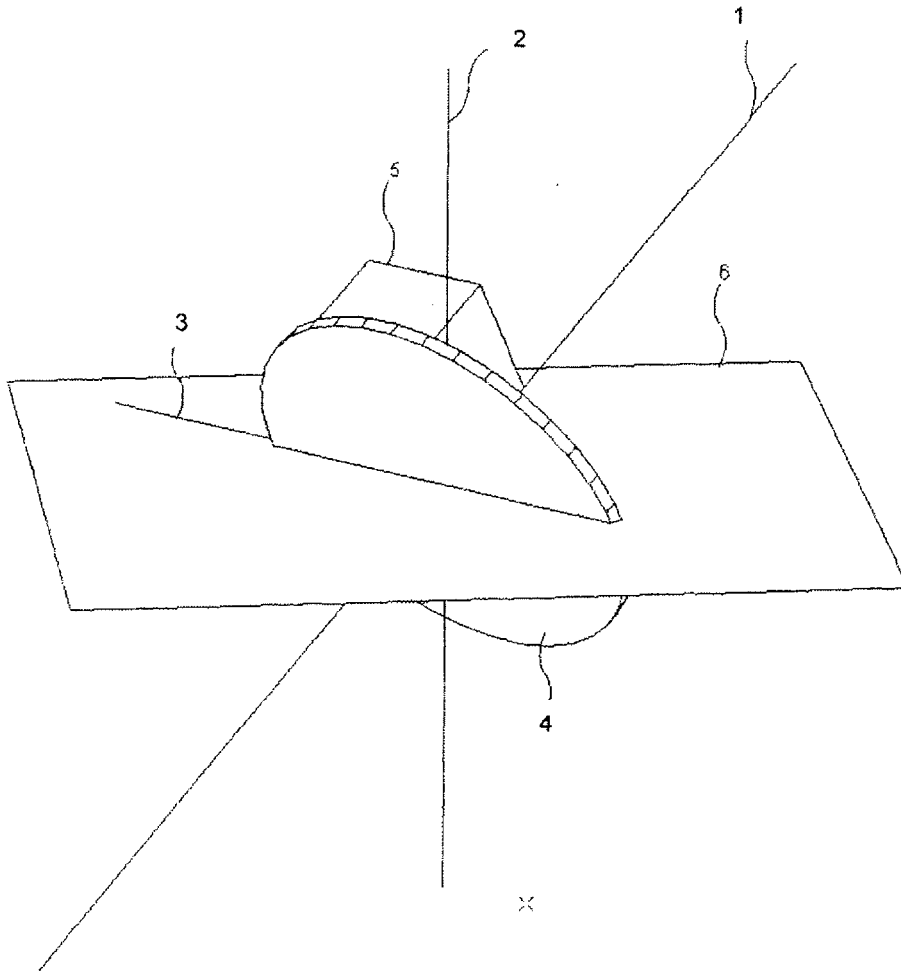


Fig.2

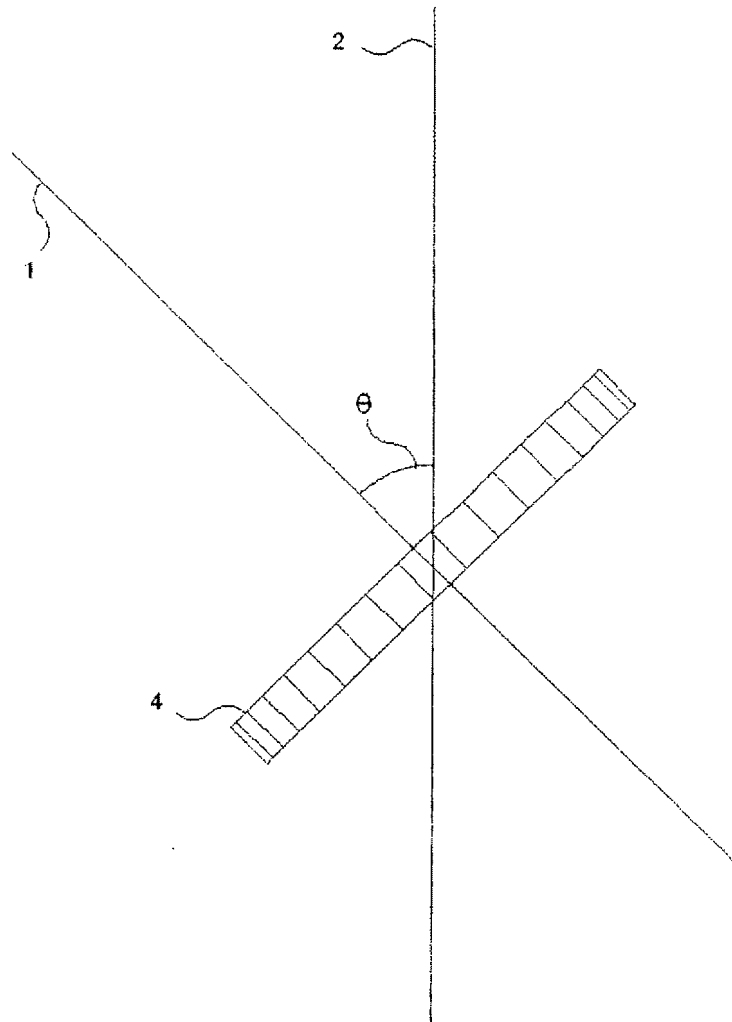


Fig.3

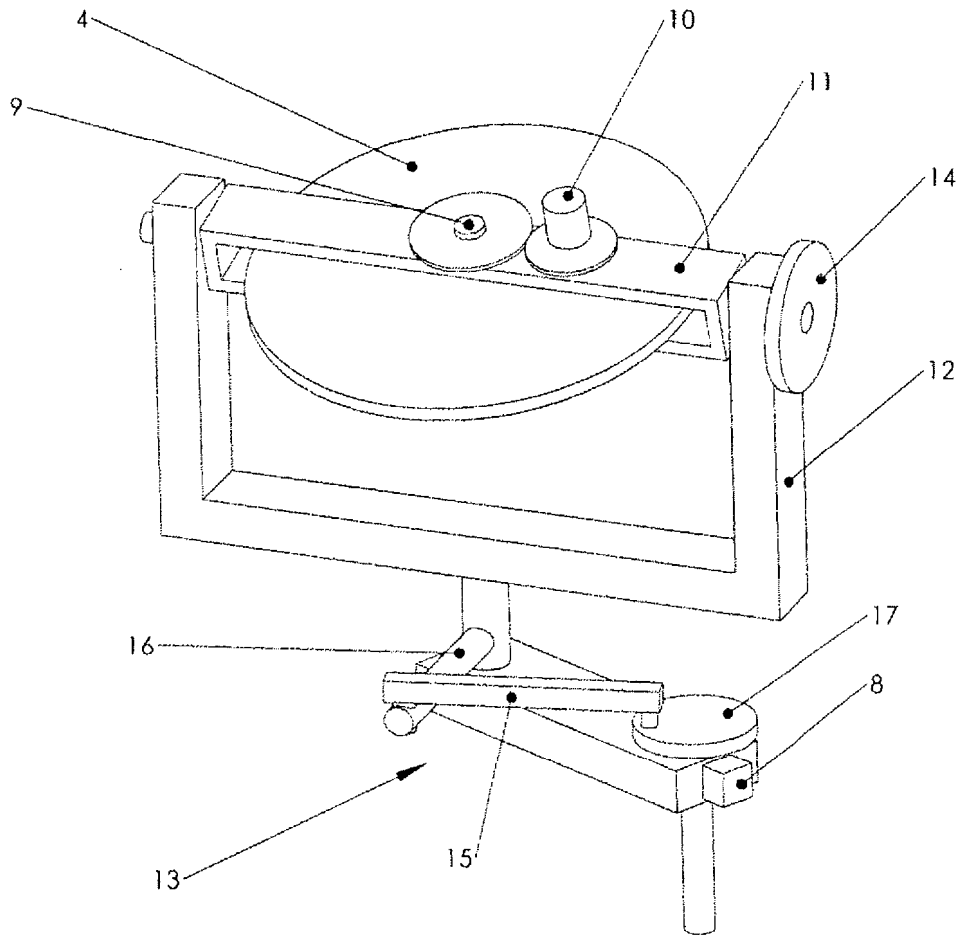


Fig.4

