

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 174**

51 Int. Cl.:

B62D 15/02 (2006.01)

G01D 5/245 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2010 E 10731488 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2449346**

54 Título: **Sensor de ángulo**

30 Prioridad:

29.06.2009 DE 102009031176

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

19.08.2016

73 Titular/es:

**LEOPOLD KOSTAL GMBH & CO. KG (100.0%)
An der Bellmerlei 10
58513 Lüdenscheid, DE**

72 Inventor/es:

**DEITMERG, MARTIN;
HIRSCHFELD, KLAUS;
RUTKOWSKI, MARCO;
VOM HEDT, BERND;
GARNEYER, STEFAN;
KOBBER, SVEN;
SCHIRP, CHRISTIAN;
HASSELMANN, HOLGER;
MAIER, OLIVER y
SCHRÖDER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 580 174 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

Sensor de ángulo

5 La invención se refiere a un sensor de ángulo para determinar el ángulo de rotación absoluto de un árbol a lo largo de varias revoluciones, con un sistema de sensor externo con al menos una rueda de sensor y un sensor asociado a la rueda de sensor para establecer el número de revoluciones del árbol, y con un sistema de sensor interno con una rueda de sensor adicional unida directamente con el árbol, que presenta una codificación dispuesta en la dirección perimetral, a partir de la que un sensor adicional registra una posición angular relativa dentro de una revolución del árbol, presentando la rueda de sensor adicional sectores de medición unos al lado de los otros en la dirección perimetral, y determinando el sensor adicional la posición angular relativa del árbol con respecto a un sector de medición, pudiendo establecerse el ángulo de rotación absoluto del árbol a partir de los valores de medición del sistema de sensor interno y el sistema de sensor externo.

15 La publicación para información de solicitud de patente alemana DE 10 2007 010 737 A1 muestra un dispositivo para registrar el ángulo de rotación absoluto de un árbol con un rotor principal acoplado de manera rotatoria al árbol y con un rotor secundario accionado mediante el rotor principal, estando asociado al rotor secundario un sistema de sensor de rotor secundario, que registra el ángulo de rotación absoluto del rotor secundario, estando asociado al rotor principal un sistema de sensor de rotor principal, que registra la posición rotatoria del rotor principal en intervalos de ángulo discretos, estando asociada a cada intervalo de ángulo una unidad de sensor propia para registrar una posición rotatoria del rotor principal dentro de al menos un determinado intervalo de ángulo.

25 Por el documento DE 10 2008 059 775 A1 se conoce una disposición de sensor de ángulo para medir el ángulo de rotación de un árbol, con un intervalo de medición de ángulo de rotación definido, en particular de más de 360°, que comprende una primera rueda dentada y un primer codificador magnético con al menos una banda de codificador, que comprende uno o varios pares de polos, en la que la primera rueda dentada y el primer codificador magnético rotan con el árbol y una segunda rueda dentada y un segundo codificador magnético con al menos una banda de codificador, que comprende uno o varios pares de polos, en la que el segundo codificador rota con la segunda rueda dentada y la primera y la segunda rueda dentada actúan conjuntamente y en la que al primer codificador y al segundo codificador está asociado en cada caso al menos a un elemento de sensor de campo magnético, estando configuradas la primera y la segunda rueda dentada con respecto a su relación de transmisión común y estando configurados el primer y el segundo codificador magnético con respecto a sus números de polos de tal manera que el elemento de sensor de campo magnético asociado al primera o al segundo codificador registra con respecto al intervalo de medición de ángulo de rotación total de la disposición de sensor de ángulo n polos o pares de polos y el elemento de sensor de campo magnético asociado al segundo o al primer codificador registra con respecto al intervalo de medición de ángulo de rotación total de la disposición de sensor de ángulo $n-1+\delta$ polos o pares de polos, donde δ se define como un número real entre 0 y 1, y n como número natural.

40 Para diferentes fines de aplicación, como por ejemplo la realización de un actuador de dirección accionado directamente de alta calidad para la utilización en un sistema de dirección por cable (*steer-by-wire system*) de un vehículo, que se encuentra en el extremo superior de la columna de dirección cerca del conductor, se requiere un sistema de sensor de ángulo de resolución especialmente alta con respecto al barrido y a la resolución angular temporales, para que el control del actuador pueda realizar las modificaciones más precisas de ángulos y por tanto de momentos. Las demandas elevadas en la calidad de control descartan un sistema de sensor con histéresis en el área de la resolución angular. En este sentido el uso de técnicas de medición limitadas meramente a engranajes es problemático.

50 Cuando quiere utilizarse un actuador de dirección en un sistema de dirección por cable, en el que no existe ninguna unión permanente entre el volante/el actuador de dirección y la cinemática de dirección, y por tanto tampoco ninguna protección de rotación excesiva del casete de resorte en espiral utilizado habitualmente para la unión de los componentes eléctricos en el volante con el vehículo, es necesario cubrir un intervalo de medición absoluto que comprenda varias revoluciones del actuador.

55 El sensor de ángulo de dirección descrito en la patente alemana DE 101 10 785 C2 presenta una rueda contadora accionada por transmisión mediante un árbol de dirección con una codificación magnética. Esta codificación se registra mediante varios sensores de campo magnético. A partir de las señales de salida con forma de seno y coseno de los sensores de campo magnético puede establecerse el número de revoluciones de la rueda contadora y por tanto del árbol de dirección. Por lo demás está previsto un disco codificador accionado directamente mediante el árbol de dirección, cuya codificación se registra mediante una unidad de barrido, a partir de la cual puede establecerse la posición angular del disco codificador dentro de una revolución. El ángulo de rotación absoluto del sensor de ángulo de dirección puede determinarse a través de la evaluación conjunta de las informaciones de sensor de la rueda contadora y del disco codificador. A este respecto, la exactitud alcanzable del registro de ángulo depende esencialmente de la codificación aplicada en el disco codificador. No se encuentran datos más detallados en este documento para una configuración ventajosa de la codificación del disco codificador.

65 Un sensor de ángulo genérico se conoce por la publicación para información de solicitud de patente alemana DE 10

2004 004 025 A1. El sensor de ángulo descrito en la misma presenta un cuerpo rotatorio y un rotor, que presentan en cada caso sectores magnéticos con polaridad cambiante en la dirección perimetral. El rotor está acoplado de manera síncrona con respecto a la rotación a un árbol y acciona el cuerpo rotatorio a través de un dentado, existiendo entre el rotor y el cuerpo rotatorio una relación de transmisión de números no enteros. A partir de las posiciones registradas mediante posiciones de los sensores magnéticos del cuerpo rotatorio y el rotor se determina el ángulo de rotación absoluto del rotor según el principio de Vernier.

El principio de Vernier establece una relación de escalas de medición divididas de manera diferente entre sí para obtener una resolución mejorada o un intervalo de medición ampliado, en sensores de ángulo por ejemplo un registro absoluto a lo largo de varias revoluciones. A este respecto, sin embargo, las divisiones de las escalas no pueden ser muy diferentes para que el resultado se mantenga unívoco. En este sentido se limita la exactitud de medición alcanzable.

Se planteó la tarea de conseguir un sensor de ángulo que de manera fácil y económica implementara sin histéresis una resolución angular muy alta a lo largo de un intervalo de medición de varias revoluciones.

Este objetivo se alcanza según la invención porque el sistema de sensor externo presenta varias ruedas de sensor y sensores accionados mediante la rueda de sensor adicional y establece el sector de medición registrado actualmente mediante el sensor adicional según el principio de Vernier.

Por consiguiente, está previsto un sistema de sensor externo de medición absoluta, que presenta varias ruedas de sensor y sensores, y establece el sector de medición registrado actualmente mediante el sensor adicional según el principio de Vernier. A este respecto, el sistema de sensor externo está configurado de una manera suficientemente exacta, para establecer a lo largo de varias revoluciones el sector de medición registrado actualmente mediante el sensor adicional de la rueda de sensor adicional, es decir, el sistema de sensor externo establece a lo largo de un intervalo angular relativamente grande de varias revoluciones un ángulo de rotación absoluto con una resolución angular relativamente baja. Este valor de medición relativamente aproximado se refina mediante el sistema de sensor interno de medición de resolución especialmente alta, lo que está respaldado porque la rueda de sensor adicional está unida directamente, es decir sin deslizamiento, con el árbol. Mediante la actuación conjunta del sistema de sensor externo y el interno se obtiene como resultado en total una resolución angular alta y sin histéresis a lo largo de un intervalo angular grande.

Configuraciones y perfeccionamientos especialmente ventajosos de la invención se obtienen de las reivindicaciones dependientes así como de la siguiente descripción de un ejemplo de realización representado mediante el dibujo. Muestran:

la figura 1, una primera vista esquemática de un sensor de ángulo,

la figura 2, una segunda vista esquemática del sensor de ángulo,

la figura 3, un ejemplo de aplicación del sensor de ángulo.

En las figuras 1 y 2 están representadas esquemáticamente partes esenciales de un sensor de ángulo según la invención. El sensor de ángulo está compuesto por dos ruedas de sensor dispuestas de manera rotatoria (1a, 1b), que están configuradas como ruedas dentadas. Las ruedas de sensor (1a, 1b) presentan dentro de sus coronas dentadas (8a, 8b) imanes (10a, 10b), cuyas posiciones rotatorias se registran mediante sensores (2a, 2b) que están dispuestos en un soporte de circuito común 6. Las coronas dentadas (8a, 8b) están engranadas con la corona dentada 9 de una rueda de sensor adicional 3 que se acciona mediante un árbol no mostrado en las figuras 1 y 2. Por consiguiente, con una rotación del árbol rotan las tres ruedas de sensor (1a, 1b, 3) conjuntamente.

Puesto que las coronas dentadas (8a, 8b) de las ruedas de sensor (1a, 1b) presentan un número diferente de dientes, con una rotación del árbol mediante la corona dentada 9 de la rueda de sensor adicional 3 se hacen girar diferentes valores angulares. De manera conocida puede establecerse, mediante una evaluación conjunta de los valores angulares según el principio de Vernier, como se describió por ejemplo en el documento EP 0 877 916 B1, el ángulo de rotación absoluto del árbol a lo largo de varias revoluciones. Sin embargo, la capacidad de resolución alcanzable del sensor de ángulo está limitada, concretamente en particular por el juego producido entre las coronas dentadas (8a, 8b, 9) y las tolerancias de forma del dentado y el alojamiento de las ruedas.

Para conseguir un sensor de ángulo de medición de resolución especialmente alta y sin histéresis está previsto según la invención que la rueda de sensor adicional 3 presente un número de sectores de medición 5 unos al lado de los otros en la dirección perimetral y que el sensor adicional 4 determine la posición angular relativa del árbol con respecto a un sector de medición 5.

La figura 2 muestra la parte trasera de la disposición representada en la figura 1. Las tres ruedas de sensor (1a, 1b, 3) se encuentran debajo del soporte de circuito 6, en el que pueden reconocerse tres sensores (2a, 2b, 4) realizados mediante la técnica de circuitos integrados, estando el sensor 4 dispuesto ventajosamente en el lado dirigido hacia el

anillo magnético 13. Se prescindió de una representación de partes de circuito y estructuras de circuito impreso electrónicas adicionales que actúan conjuntamente con los sensores (2a, 2b, 4) a favor de una representación clara.

La figura 2 aclara además la disposición de los sectores de medición 5 en la rueda de sensor adicional 3. En la dirección perimetral de la rueda de sensor adicional 3 están dispuestos alternativamente polos norte y sur magnéticos que están representados de manera simbólica en la figura 2 mediante secciones negras y blancas. A este respecto, un sector de medición 5 se forma en cada caso mediante un par de polos magnéticos. Puesto que en el entorno de los polos magnéticos el vector de campo cambia continuamente su dirección, puede establecerse con alta precisión la posición de polos magnéticos uno al lado del otro en relación con el sensor adicional 4 por medio de una medición de la inducción magnética o la dirección de campo a través del sensor adicional 4. El valor analógico registrado se transforma después preferiblemente de manera directa a través del sensor adicional 4, en un valor digital.

Puesto que el sensor adicional 4 no permite una medición de ángulo absoluta, el ángulo de rotación absoluto del árbol se establece con menor precisión mediante el sistema de sensor externo, es decir mediante las ruedas de sensor 1a y 1b y los sensores (2a, 2b) correspondientes. A este respecto, la capacidad de resolución del sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) está diseñado de tal manera que el sector de medición 5 registrado en cada caso actualmente mediante el sensor adicional 4 puede establecerse de manera unívoca mediante el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b).

Por consiguiente, el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) proporciona un valor aproximado del ángulo de rotación absoluto del árbol, que se refina mediante la medición de alta resolución del sistema de sensor interno, es decir mediante la rueda de sensor adicional 3 y el sensor adicional 4 correspondiente. Puesto que la rueda de sensor 3 está unida directamente con el árbol, el valor de medición de ángulo con alta resolución no se distorsiona mediante el juego mecánico o tolerancias de forma de las coronas dentadas (8a, 8b, 9).

Partiendo a modo de ejemplo de que el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) puede medir con una precisión absoluta de $\pm 2,5^\circ$, puede fijarse la anchura angular de los sectores de medición 5 del sistema de sensor interno (3, 4) a 5° , de manera que el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) puede establecer un determinado sector de medición 5 de manera exacta. Una división del círculo completo en sectores de medición de 5° de anchura da como resultado, con una resolución de 10 bits por sector de medición que puede conseguirse con poco esfuerzo, una resolución total alcanzable del sensor de ángulo en el orden de magnitud de $0,005^\circ$.

Un sensor de ángulo de este tipo puede usarse ventajosamente como sensor de ángulo de dirección en un vehículo. La figura 3 esboza una disposición correspondiente. El sensor de ángulo está realizado como parte de un módulo de columna de dirección 12, que está dispuesto directamente en la columna de dirección del vehículo. Como componentes del módulo de columna de dirección 12 pueden reconocerse varias palancas de cambio 14. Dos ruedas de sensor (1a, 1b) están dispuestas de manera rotatoria en una placa de circuito de módulo 11. La parte trasera de la placa de circuito de módulo 11 porta los sensores (2a, 2b, 4), que sirven para registrar la posición de las ruedas de sensor (1a, 1b), la parte delantera porta el sensor (4), que sirve para registrar la posición de la rueda de sensor adicional (3).

Si las ruedas de sensor (1a, 1b, 3) están dotadas, como se representa en este caso, de imanes (1a, 1b) o estructuras magnéticas, que configuran los sectores de medición 5 de la rueda de sensor 3, entonces los sensores (2a, 2b, 4) pueden realizarse ventajosamente como sensores de efecto Hall o como sensores magnetorresistivos. En formas de realización alternativas no descritas más detalladamente en este caso pueden usarse también ventajosamente otros principios de medición. Así puede estar previsto, por ejemplo para el sistema de sensor externo, un método de medición inductivo y/o para el sistema de sensor interno un método de medición óptico.

Es esencial que la rueda de sensor adicional 3 que pertenece al sistema de sensor interno (3, 4) esté unida sin intermediación de un engranaje con el árbol de dirección 7, con lo que se hace posible una medición de ángulo de alta resolución sin histéresis. Las ruedas de sensor (1a, 1b) accionadas mediante la rueda de sensor adicional 3 pueden presentar absolutamente una histéresis, puesto que su precisión solamente tiene que ser suficiente para establecer a lo largo de varias revoluciones según el principio de Vernier el sector de medición registrado actualmente mediante el sensor adicional 4.

Debido al acoplamiento mecánico requerido, todas las ruedas de sensor (1a, 1b, 3) están configuradas en este caso como ruedas dentadas. A este respecto, la rueda de sensor adicional 3 puede estar configurada ventajosamente como un anillo magnético 13, con sectores de medición 5 dispuestos a lo largo del perímetro, que está dotado de un recubrimiento por extrusión termoplástico, que forma la corona dentada 9. El anillo magnético puede usarse como estructura de apoyo para la corona dentada 9 como parte termoplástica metálica, cerámica o altamente cargada con estabilidad dimensional elevada, para aumentar la calidad del dentado y la exactitud de la marcha circular.

Alternativamente, para la configuración de la rueda de sensor adicional 3 también puede estar previsto que el anillo magnético 13 esté rodeado por un material duroplástico. La rueda de sensor 3 puede estar compuesta también en su totalidad por metal, al estar unida una rueda dentada conformada por ejemplo a partir de aluminio o latón con un

anillo magnético.

Símbolos de referencia

5	1a, 1b	ruedas de sensor
	2a, 2b	sensores
	3	rueda de sensor (adicional)
	4	sensor (adicional)
	5	sectores de medición
10	6	soporte de circuito
	7	árbol (de dirección)
	8a, 8b	coronas dentadas
	9	corona dentada
	10a, 10b	bimanes
15	11	placa de circuito de módulo
	12	módulo de columna de dirección
	13	anillo magnético
	14	palancas de cambio
20	(1a, 1b, 2a, 2b)	sistema de sensor externo
	(3,4)	sistema de sensor interno

REIVINDICACIONES

1. Sensor de ángulo para determinar el ángulo de rotación absoluto de un árbol (7) a lo largo de varias revoluciones, con un sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) con al menos una rueda de sensor (1a, 1b) y un sensor (2a, 2b) asociado a la rueda de sensor (1a, 1b) para establecer el número de revoluciones del árbol (7), y con un sistema de sensor interno (3, 4) con una rueda de sensor adicional (3) unida directamente con el árbol (7), que presenta una codificación dispuesta en la dirección perimetral, a partir de la que un sensor adicional (4) registra una posición angular relativa dentro de una revolución del árbol (7),
 5 presentando la rueda de sensor adicional (3) sectores de medición (5) unos al lado de los otros en la dirección perimetral, y
 10 determinando el sensor adicional (4) la posición angular relativa del árbol (7) con respecto a un sector de medición (5),
 15 pudiendo establecerse el ángulo de rotación absoluto del árbol (7) a partir de los valores de medición del sistema de sensor interno (3, 4) y el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b),
 20 **caracterizado por que,**
 el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) presenta varias ruedas de sensor (1a, 1b) y sensores (2a, 2b) accionados mediante la rueda de sensor adicional (3) y establece el sector de medición (5) registrado actualmente mediante el sensor adicional (4) según el principio de Vernier.
2. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sistema de sensor interno (3, 4) funciona según un principio de medición óptico o magnético.
3. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) funciona según un principio de medición inductivo o magnético.
4. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los sensores (2a, 2b) del sistema de sensor externo (1a, 1b, 2a, 2b) y el sensor (3) del sistema de sensor interno (3, 4) están dispuestos en un único soporte de circuito (6, 11).
5. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** todas las ruedas de sensor (1a, 1b, 3) están configuradas como ruedas dentadas.
6. Sensor de ángulo según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la rueda de sensor adicional (3) está realizada como un anillo magnético (13) con un recubrimiento por extrusión termoplástico, configurando el recubrimiento por extrusión una corona dentada (9).
7. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la rueda de sensor adicional (3) está dispuesta en un árbol (7) o árbol hueco.
8. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sensor de ángulo se usa para registrar el ángulo de dirección de un vehículo.
9. Sensor de ángulo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los sectores de medición (5) presentan en cada caso al menos dos polos magnéticos, y porque el sensor adicional (4) es un sensor de campo magnético, cuyo valor de medición depende de su posición en relación con los polos magnéticos de un sector de medición (5).
10. Sensor de ángulo según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el sensor adicional (4) registra un valor de medición analógico.
11. Sensor de ángulo según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el sensor adicional (4) o un dispositivo conectado aguas abajo al sensor adicional (4) transforma el valor analógico en un valor digital y porque el valor digital presenta una resolución de entre 8 y 16 bits.

Fig. 1

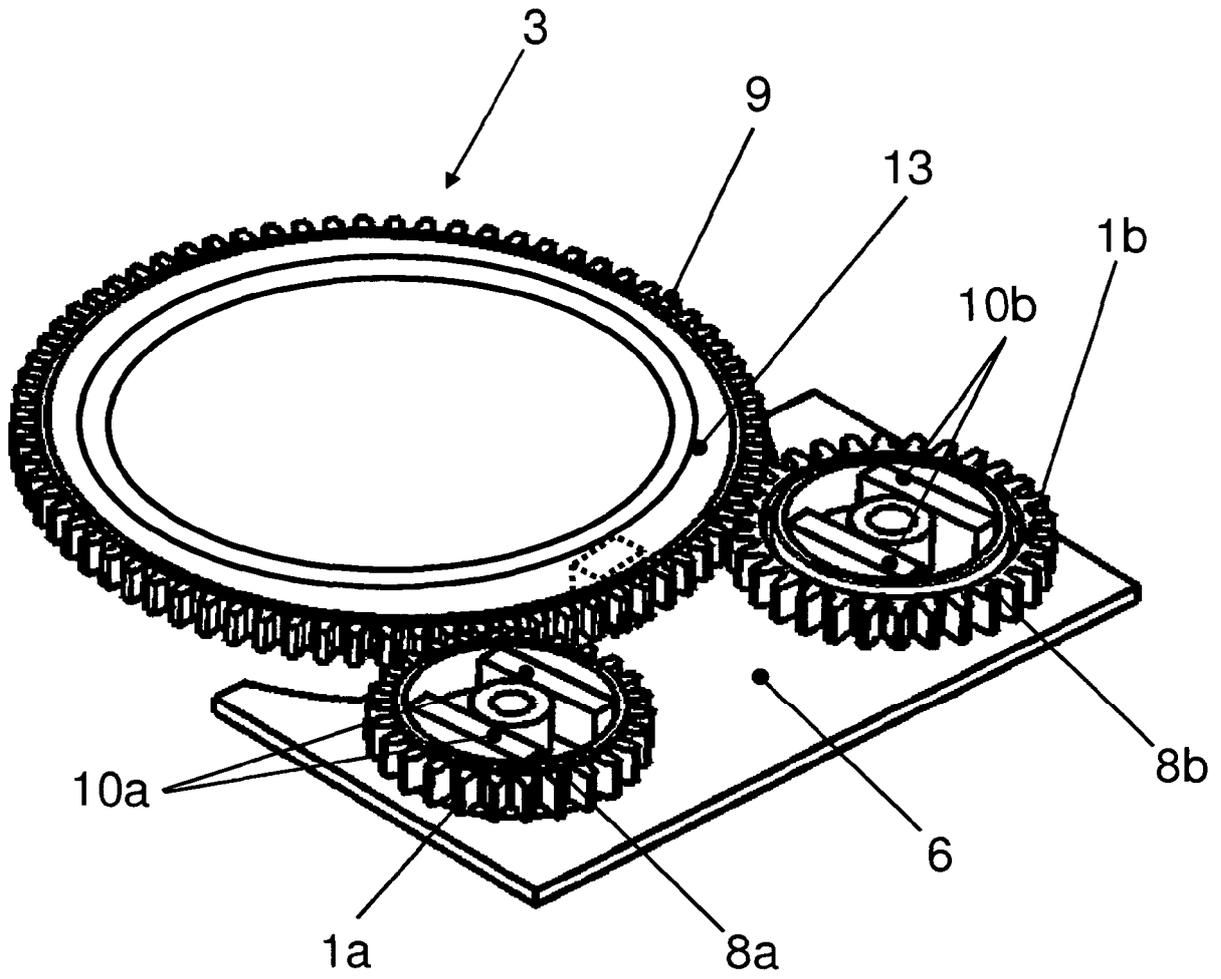


Fig. 2

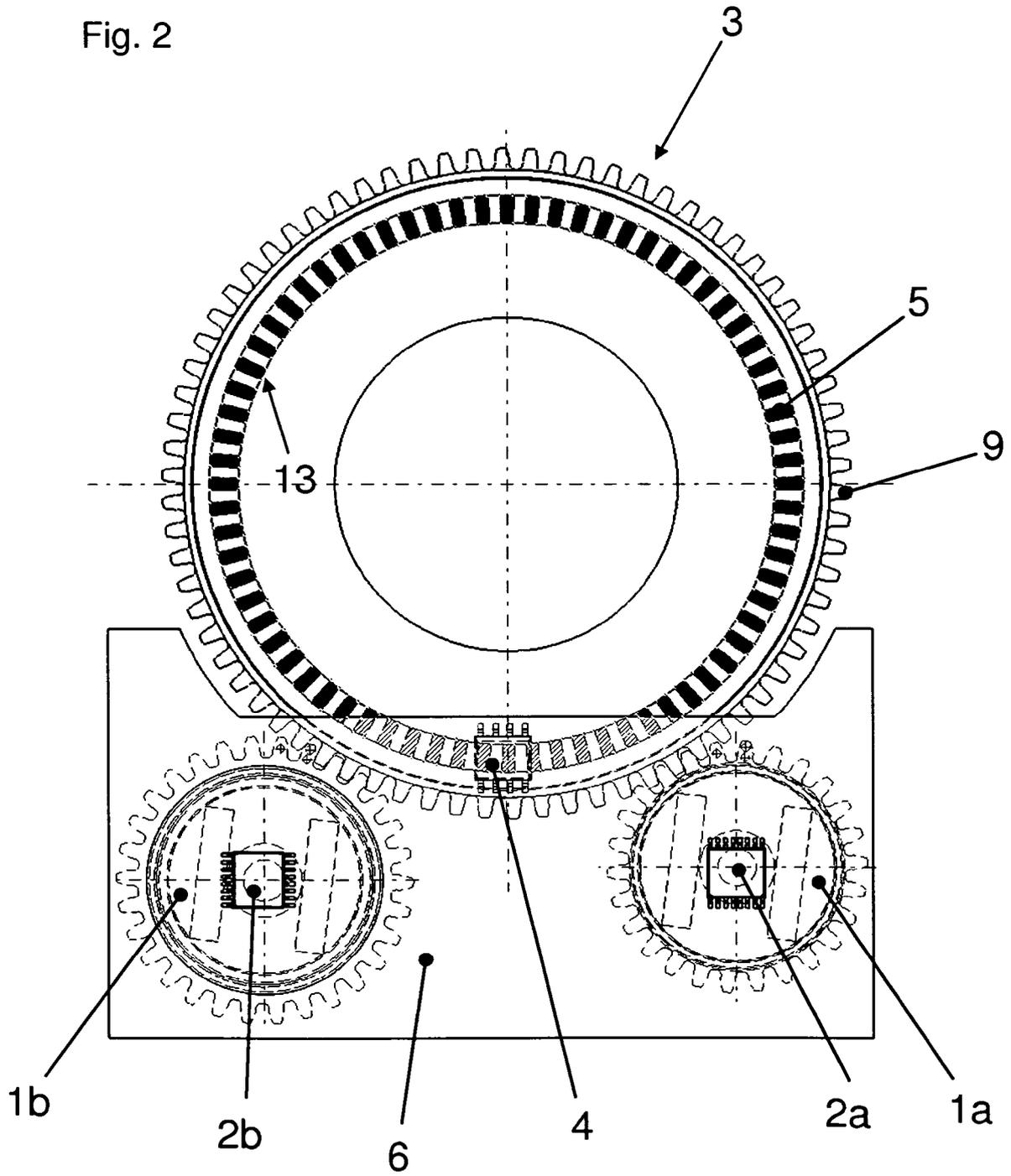


Fig. 3

