

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 077**

51 Int. Cl.:
G01D 5/347 (2006.01)
G01D 5/244 (2006.01)
G01D 5/249 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04030902 .3**
96 Fecha de presentación: **28.12.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1557646**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2005**

54 Título: **Codificador de ángulo de rotación, así como procedimiento para explorar el disco de código de un codificador de ángulo de rotación**

30 Prioridad:
14.01.2004 DE 102004001996
23.07.2004 DE 202004011508 U

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.04.2012

73 Titular/es:
TRW Automotive Electronics & Components GmbH
Industriestrasse 2-8
78315 Radolfzell, DE

72 Inventor/es:
Backes, Ulrich

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 379 077 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

Codificador de ángulo de rotación, así como procedimiento para explorar el disco de código de un codificador de ángulo de rotación

5 La invención se refiere a un procedimiento para la exploración de un disco de código de un codificador de ángulo de rotación según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Del estado de la técnica se conocen distintos codificadores ópticos absolutos de ángulo de rotación que se basan en la exploración transparente o reflectante de un disco de código con pistas digitales (véase, por ejemplo, los documentos DE 198 55 064 y DE 199 44 005). Este tipo de codificadores rotatorios necesitan pistas de código para N posiciones angulares $\log_2(N)$ que se van a representar. Por tanto, en caso de un espacio constructivo limitado, la anchura del diafragma disminuye en $1/\log_2(N)$ en dependencia del sensor de luz. Simultáneamente disminuye la altura del diafragma con $1/N$. La superficie del diafragma (y, por tanto, la cantidad de luz disponible en dependencia del sensor de luz) disminuye con $1/(N \cdot \log_2(N))$, lo que limita fuertemente la exactitud obtenible desde el punto de vista técnico.

20 Para proteger este tipo de codificadores rotatorios contra fallos eventuales, por ejemplo, un disco de código dañado, se necesitan más medidas. Una solución consiste en que las pistas necesarias se realicen doblemente como forma de protección. Sin embargo, estas medidas agravan adicionalmente el problema de la cantidad de luz. Los sensores puramente digitales tienen además la desventaja de que la colocación de los códigos para todas las pistas se ha de realizar igualmente de manera exacta.

25 Se conocen también codificadores angulares absolutos que se basan en una exploración puramente analógica de un disco de código (véase, por ejemplo, el documento DE 101 43 662). Sin embargo, estos codificadores angulares tienen la desventaja de que la pista analógica se ha de fabricar con una exactitud alta en un recorrido relativamente grande. El intervalo de modulación de este tipo de codificadores está limitado y la exactitud necesaria de los convertidores analógico-digitales conectados a continuación es relativamente alta. La solución de calibrar una vez el codificador por medio de una cantidad suficiente de puntos a lo largo de una pista fabricada con una inexactitud relativa e interpolarlo a continuación durante el funcionamiento a lo largo de los valores de calibración determinados fracasa en la práctica debido al envejecimiento de los componentes usados.

35 Del documento DE 196 04 502 se conoce un codificador rotatorio, en el que se usa una serie de pistas de código Gray y que obtiene una exactitud angular afinada con ayuda de una pista analógica en forma de diente de sierra. Esta disposición tiene la desventaja de producir en los puntos de discontinuidad del diente de sierra la misma luminosidad que en el centro de un diente. Esto provoca una ambigüedad en el ángulo que se va a leer. Además, ésta no se encuentra protegida de forma segura contra daños de las pistas de código.

40 Del documento DE 40 14 479 se conoce un procedimiento con las características del preámbulo de la reivindicación 1, en el que el codificador angular usa una serie de pistas de código binario y se obtiene una exactitud angular afinada con ayuda de una pista analógica. Esta disposición tiene la desventaja esencial de no estar protegida de forma segura contra daños de las pistas de código. Asimismo, la pista analógica usada, delimitada de forma senoidal en el núcleo, para mejorar la exactitud angular no está moldeada de manera óptima, ya que el gradiente es casi igual a cero en especial en el entorno inmediato del máximo o del mínimo de la intensidad luminosa.

45 Del documento DE 100 06 675 se conoce un dispositivo de medición de desplazamiento o ángulo que presenta varias pistas digitales de código Gray y una pista analógica, cuya anchura aumenta o disminuye, por tanto, sincrónicamente de manera continua. La exploración se lleva a cabo con ayuda de una disposición regular de una pluralidad de sensores de luz, cuya distancia entre sí es claramente menor que la amplitud de la pista analógica. Esta disposición tiene la desventaja de que el mejoramiento de la resolución obtenible está limitado debido a la cantidad de los sensores de luz correspondientes a la anchura de la pista analógica. Si se requiere un mejoramiento relativamente alto de la exactitud, esta técnica resulta atractiva sólo con una caída evidente del precio del conjunto necesario de sensores de luz. De manera alternativa habría que aumentar la anchura de la pista analógica, lo que puede originar problemas de iluminación y además va en detrimento del espacio constructivo. Otra desventaja de la disposición descrita es que necesita una segunda pista del mismo tipo y desfasada en caso de un uso máximo del intervalo angular (entre dos saltos de código digital), disponible para el mejoramiento de la resolución, a fin de evitar las ambigüedades de los valores de exploración.

60 La invención tiene el objetivo de crear un procedimiento para la exploración de un disco de código de un codificador rotatorio que mediante el uso de la menor cantidad posible de pistas de código pueda obtener la mayor exactitud posible y en el que estén reducidos lo más posible los requerimientos relativos a la exactitud de la fabricación.

65 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para la exploración de un disco de código de un codificador de ángulo de rotación con un código digital que permite determinar un intervalo angular actual a partir de una pluralidad de intervalos angulares posibles y con un código analógico que permite determinar la posición angular exacta del disco de código dentro del intervalo angular actual, presentando sucesivamente el código analógico máximos y

mínimos, explorándose el código analógico y almacenándose un valor de exploración máximo o mínimo determinado como referencia analógica del respectivo intervalo angular asignado en un sistema de procesamiento conectado a continuación y determinándose después por interpolación el ángulo exacto entre un máximo y un mínimo contiguo en el intervalo angular.

5 La invención se describe a continuación por medio de varias formas de realización representadas en los dibujos adjuntos. Muestran:

- 10 - Fig. 1 un corte transversal a través de un codificador de ángulo de rotación;
- Fig. 2 una vista esquemática en planta de un disco de código y sensores de luz asignados según una primera forma de realización, que se pueden usar en el caso del codificador de ángulo de rotación de la figura 1;
- 15 - Fig. 3 de forma esquemática, el proceso para la determinación del ángulo;
- Fig. 4 una vista esquemática en planta de un disco de código y sensores de luz asignados según una segunda forma de realización, que sirve para explicar la figura 5; y
- 20 - Fig. 5 una vista esquemática en planta de un disco de código y sensores de luz asignados según una tercera forma de realización.

La figura 1 muestra un codificador de ángulo de rotación 5 que forma parte de un sensor de ángulo de dirección. El sensor de ángulo de dirección sirve para determinar la posición angular de un eje de dirección 7 representado de forma esquemática.

25 El codificador de ángulo de rotación presenta un disco de código 10 (véase también figura 2) unido de manera resistente al giro con el eje de dirección 7. El disco de código 10 está hecho de plástico y está diseñado de forma transparente en el ejemplo de realización mostrado. En el disco de código están dispuestas diferentes pistas de código que posibilitan dos tipos de determinación del ángulo, específicamente, por una parte, para la diferenciación de distintos intervalos angulares W y, por la otra parte, para la determinación del ángulo dentro de uno de estos intervalos angulares (véase también figura 3). Las pistas de código son iluminadas por una fuente de luz 12 mostrada esquemáticamente.

35 Para la diferenciación entre distintos intervalos angulares W están previstas varias series de pistas digitales de código 14. El término "digital" significa en este caso que cada pista de código 14 suministra a un sensor de luz 16, asignado a ésta, una información digital, por ejemplo, el paso de la luz o la absorción de la luz o también la reflexión de la luz o la absorción de la luz. El código de las pistas de código 14 puede estar hecho entonces de un material absorbente de la luz o también de un material reflectante. En el ejemplo de realización mostrado, el disco de código 10 está subdividido en 16 intervalos angulares W y presenta seis pistas digitales de código 14. Es evidente que se podría usar también una cantidad mayor de intervalos angulares W .

45 Por razones de seguridad contra errores se usa una disposición especial de las pistas digitales de código 14, en la que por cada posición angular progresiva, exactamente una pista cambia su estado en cada caso. Por tanto, un error simple (es decir, un daño en una pista de código en una posición angular cualquiera) provoca como máximo una salida de un error de ángulo del orden de un intervalo angular. Otros fallos como un error simple se identifican directamente como código no presente en el disco. Esto permite prescindir de un duplicado de las pistas de código para la protección contra fallos.

50 Para definir la posición angular exacta dentro de un intervalo angular W está prevista una pista analógica de código 18, de manera adicional a las pistas digitales de código 14. El término "analógico" significa en este caso que la información legible en esta pista de código puede asumir una pluralidad de valores discretos. La pista analógica de código 18 varía continuamente dentro de un intervalo angular W . En el caso del ejemplo de realización mostrado aquí se usa una pista de código 18, cuya anchura en un intervalo angular W aumenta continuamente de forma lineal y vuelve a disminuir continuamente de forma lineal a partir del cambio al próximo intervalo angular W . La pista analógica de código 18 es explorada por un sensor de luz 20. Según la forma de realización, la pista analógica de código 18 está realizada de forma opaca o transparente.

60 Cada valor de exploración máximo (o mínimo) determinado de la pista analógica de código 18 se almacena como referencia analógica del respectivo intervalo angular asignado W en un sistema de procesamiento 24 conectado a continuación. El ángulo exacto entre un máximo y un mínimo contiguo en el intervalo angular W se determina después por interpolación.

65 Los valores de exploración máximos o mínimos de la pista analógica de código 18 se pueden actualizar regularmente durante el funcionamiento del codificador de ángulo de rotación. Con este procedimiento de recalibración constante se logra que el envejecimiento de los componentes usados desempeñe sólo un papel secundario. Además, los requerimientos relativos a la linealidad de la pista analógica se limitan a la zona

relativamente pequeña dentro de un intervalo angular W . Los requerimientos relativos a la exactitud del convertidor analógico/digital conectado a continuación se limitan asimismo a la subdivisión del intervalo angular W en la exactitud del ángulo deseada.

5 Para la protección contra fallos en la pista analógica, la pista analógica 18 se explora con otro sensor 26 desplazado en un ángulo respecto al primer sensor 20. Este ángulo es igual preferentemente a la mitad del intervalo angular W más un múltiplo entero de este intervalo angular. Como para cada valor en el intervalo angular W son admisibles sólo determinados pares de valores de exploración de los sensores 20, 26, se pueden detectar, por tanto, de forma fiable daños en la pista analógica. Además, el intervalo angular actual se puede diferenciar así también del intervalo angular contiguo, sin información de la pista digital. Por consiguiente, se pueden detectar también aquellos daños en
10 la pista digital que producen un error de ángulo del orden de un intervalo angular.

La figura 4 muestra un disco de código 10 y los sensores de luz 16A1 a 16A4, así como 16B1 y 16B2, asignados a éste, para un codificador de ángulo de rotación según una segunda forma de realización, sirviendo ésta únicamente para explicar el disco de código mostrado en la figura 5 y los sensores asignados a éste. El disco de código 10
15 según la figura 4 está subdividido a su vez en 16 intervalos angulares W y presenta al igual que el disco de código 10 de la figura 2 seis pistas digitales de código 14A1 a 14A4, así como 14B1 y 14B2 situadas en una disposición alternativa, cambiando a su vez exactamente una pista su estado en cada caso por cada intervalo angular progresivo W . Por lo demás, el disco de código 10 es idéntico al disco de código mostrado en la figura 2 y se puede usar de forma idéntica para determinar la posición angular exacta de un eje de dirección. Como se puede observar
20 en la figura 4, la disposición de las pistas digitales de código 14A1 a 14A4, así como la disposición de las pistas 14B1 y 14B2 están seleccionadas precisamente de modo que las pistas de código, identificadas con las mismas letras, se solapan mutuamente en cada caso si se desplazan en un múltiplo entero del intervalo angular W . Así, por ejemplo, la pista de código identificada con 14B2 y compuesta de dos secciones presenta la misma posición que la pista de código identificada con 14B1 y compuesta asimismo de dos secciones después de haberse girado toda la
25 pista de código 14B2 en un intervalo angular en contra del sentido de las agujas del reloj. Si gira sólo la pista de código 14B2 de la forma descrita, teniendo que girar también a la vez de manera correspondiente el sensor 16B2 asignado a ésta, las dos pistas 14B1 y 14B2 situadas directamente una sobre otra se agrupan en una única pista 14B (compuesta a su vez de dos secciones) (figura 5). A éstas se han asignado entonces dos sensores 16B1 y 16B2 desplazados entre sí en un intervalo angular W , lo que permite reducir el espacio constructivo necesario
30 debido al disco de código 10, sin pérdida de ninguna información.

Es posible otra reducción del espacio constructivo al desplazarse asimismo de forma relativa entre sí las pistas de código identificadas con 14A1 a 14A4 y agruparse después de estos desplazamientos de fase en una única pista de código 14A, realizándose aquí simultáneamente también un desplazamiento correspondiente de los sensores 16A1 a 16A4 asignados a las pistas de código. En la figura 5 está representado el disco de código 10, formado de este modo, con una cantidad reducida de pistas de código, incluyendo los sensores asignados 16A1 a 16A4, así como 16B1 y 16B2. Éste tiene la ventaja de un espacio constructivo muy reducido con el mantenimiento de la seguridad contra errores del disco de código representado en la figura 2, así como una reducción evidente del costo de fabricación.
35

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la exploración de un disco de código (10) de un codificador de ángulo de rotación, con un código digital (14) que permite determinar un intervalo angular actual a partir de una pluralidad de intervalos angulares posibles (W) y con un código analógico (18) que permite determinar la posición angular exacta del disco de código (10) dentro del intervalo angular actual (W), presentando sucesivamente el código analógico (18) máximos y mínimos, explorándose el código analógico (18), **caracterizado por que** un valor de exploración máximo o mínimo determinado se almacena como referencia analógica del respectivo intervalo angular asignado (W) en un sistema de procesamiento (24) conectado a continuación y el ángulo exacto entre un máximo y un mínimo contiguo en el intervalo angular (W) se determina después por interpolación.
- 10
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los valores máximos o mínimos de exploración del código analógico (18) se actualizan durante el funcionamiento del codificador de ángulo de rotación.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se comprueba la plausibilidad de la información sobre el intervalo angular actual (W) que se ha obtenido del código digital.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** en caso de existir un error en el código digital (14) en el orden de magnitud de un intervalo angular (W) se determina mediante la lectura del código analógico (18) en qué intervalo angular (W) se encuentra el disco de código (10).

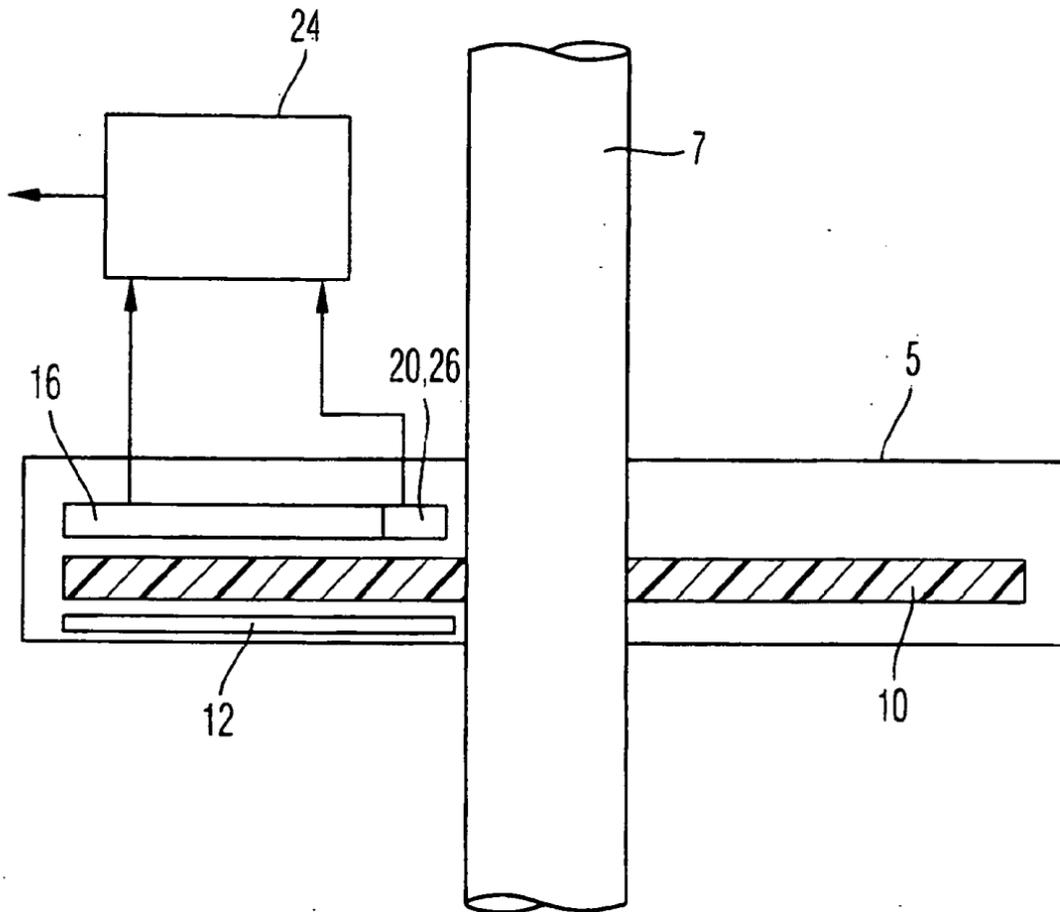


Fig. 1

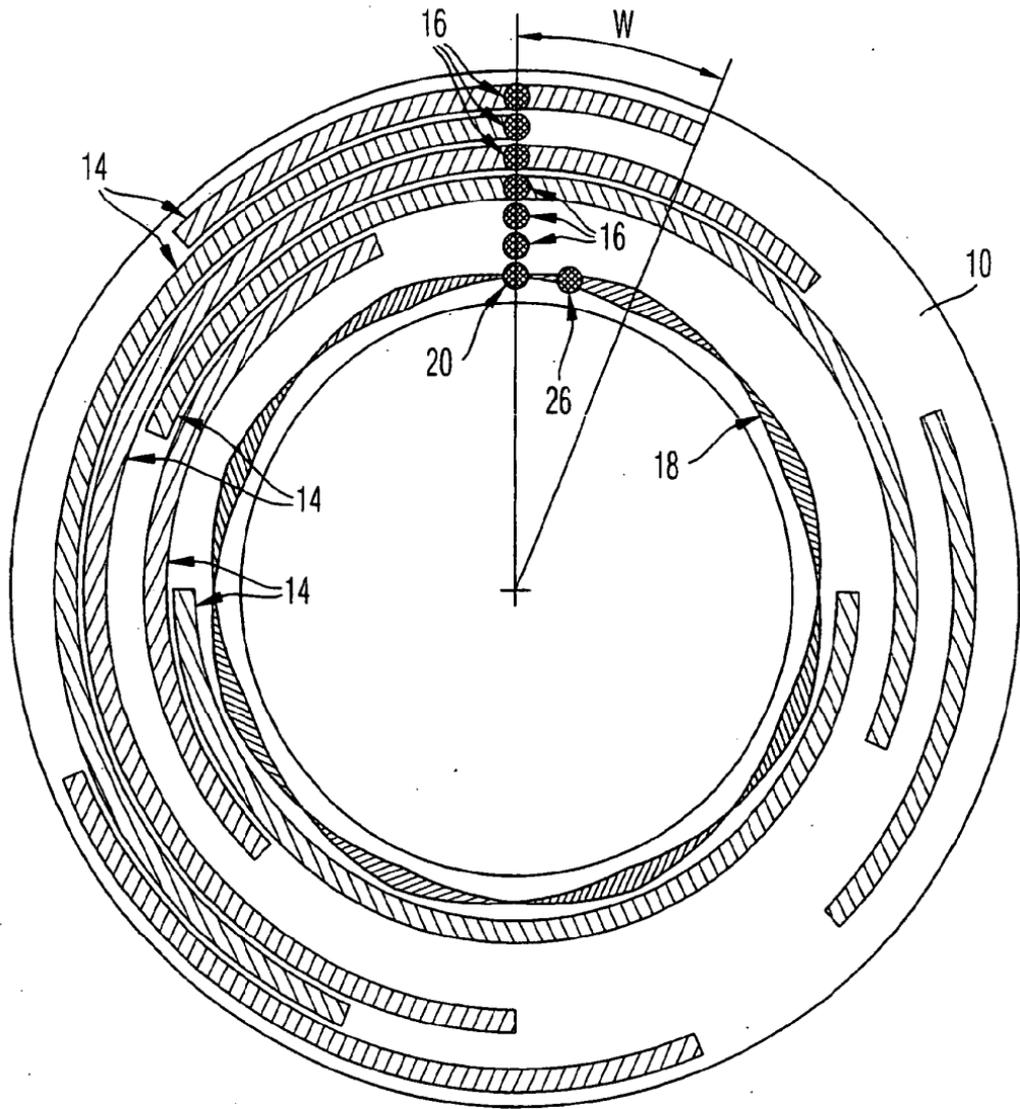


Fig. 2

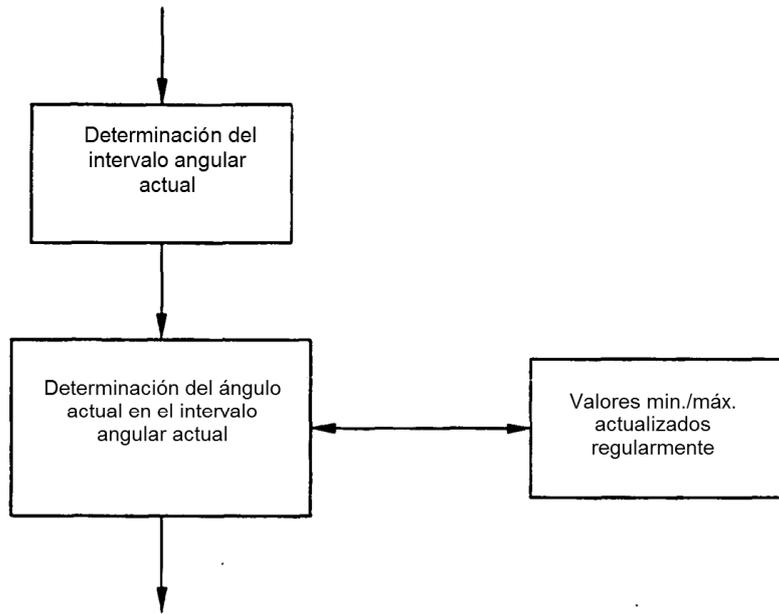


Fig. 3

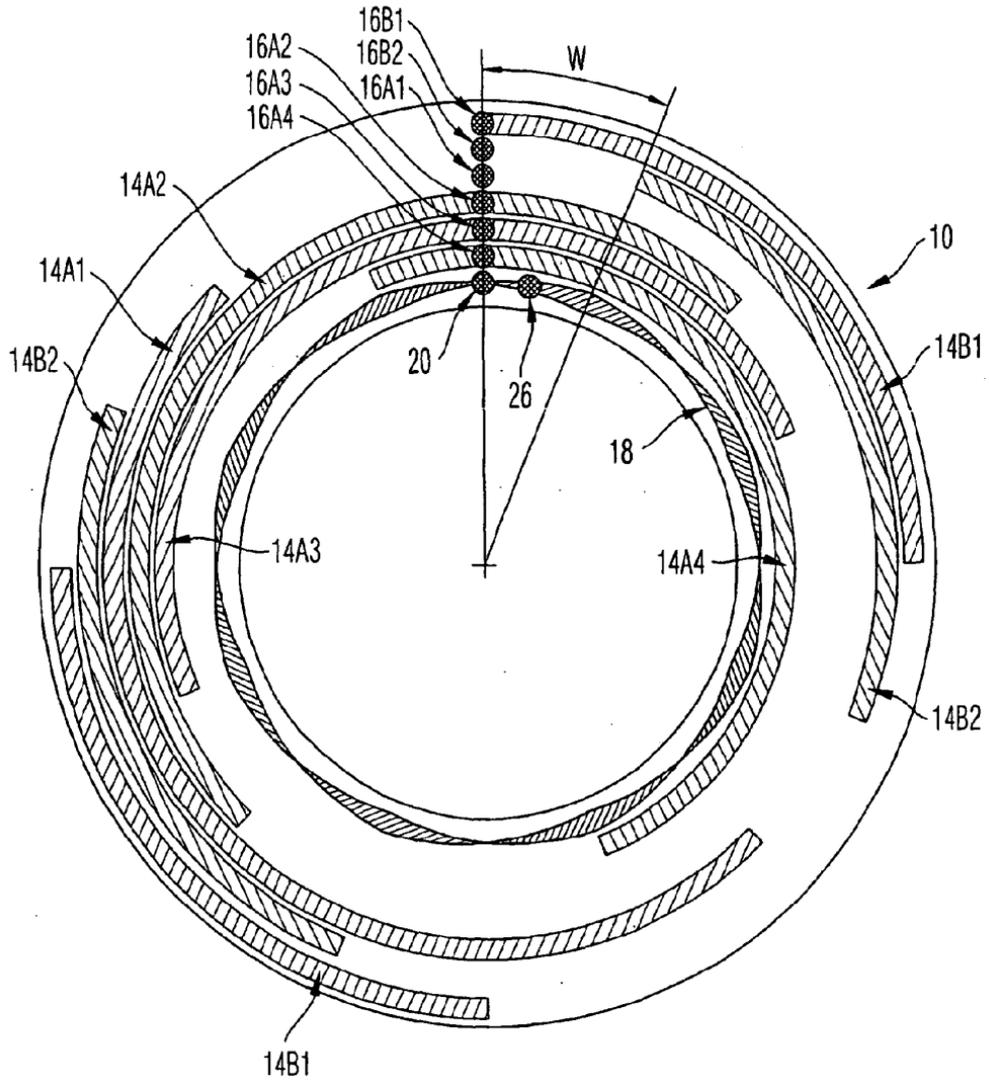


Fig. 4

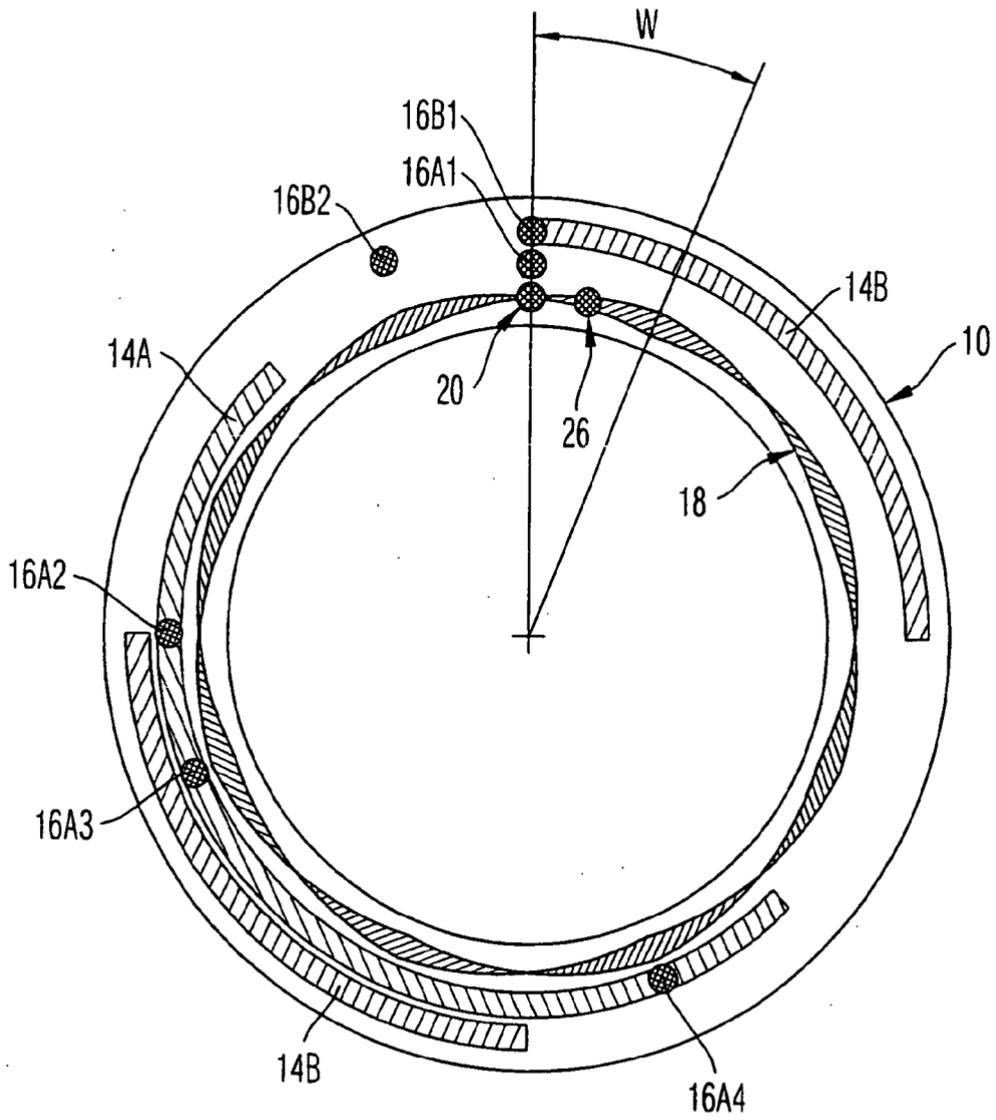


Fig. 5