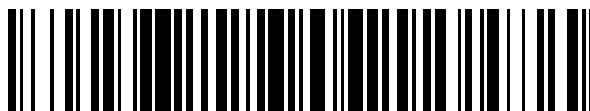


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 856**

51 Int. Cl.:

**B23Q 27/00** (2006.01)

**B23C 3/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2016** **PCT/DE2016/200524**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017** **WO17088871**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2016** **E 16816184 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 3380739**

54 Título: **Método para fabricar un componente macizo, así como un componente macizo**

30 Prioridad:

**24.11.2015 DE 102015223180**

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

**29.10.2020**

73 Titular/es:

**SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG**  
**(100.0%)**  
**Industriestrasse 1-3**  
**91074 Herzogenaurach, DE**

72 Inventor/es:

**SANDERS, BERNHARD y**  
**NÖTH, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

**MORENO NOGALES, Ángeles**

ES 2 790 856 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

Método para fabricar un componente macizo, así como un componente macizo

- 5 La invención se refiere a un método para fabricar un componente macizo con las características de la reivindicación 1, así como a un componente macizo que se fabrica por medio del método.

10 Las jaulas en los rodamientos se utilizan para guiar elementos rodantes y distanciarlos entre sí. Las jaulas están conformadas a menudo en forma de anillo y presentan ventanas en las que están dispuestos los elementos rodantes. Además de las jaulas de plástico y las jaulas de chapa metálica, las denominadas jaulas macizas se conocen como componentes macizos que se elaboran a partir de un producto semielaborado macizo mediante métodos de separación. Además del elevado requisito de material para las jaulas macizas, en particular, el mecanizado de separación ocasiona altos costes de fabricación, dado que las ventanas a menudo se fresan una tras otra.

15 Otro enfoque para la fabricación de jaulas macizas se propone en la publicación DE 40 34 516 C2 que es probablemente el estado de la técnica más cercano. En la publicación se describe un método, en el que una pieza de trabajo y un filo de una herramienta se mueven uno con respecto al otro de tal manera que el filo se guía en un curso aproximadamente en forma de flor con respecto a la pieza de trabajo y de esta manera se introducen ventanas en la pieza de trabajo para formar una jaula. En una variante de mecanizado, el filo se guía radialmente fuera de la pieza de trabajo, en la que el material se "saca" de la pieza de trabajo. También se conoce un método de fabricación similar a partir de la publicación DE 42 12 238 A1.

20 El objetivo de la invención es proponer un método para fabricar un componente macizo, que permita una alta precisión de fabricación. Este objetivo se consigue mediante un método con las características de la reivindicación 1, así como mediante un componente macizo con las características de la reivindicación 9. De las reivindicaciones subordinadas, la siguiente descripción y las figuras adjuntas resultan formas de realización de la invención preferentes o ventajosas.

25 El objeto de la invención es un método para fabricar un componente macizo. El componente macizo se fabrica a partir de un producto semielaborado macizo mediante pasos de método separadores. El componente macizo y/o el producto semielaborado están hechos preferentemente de metal. En principio, el metal puede ser un material de acero, pero también es posible que el componente macizo consista en un metal no ferroso, en particular, una aleación de cobre.

30 El componente macizo define un eje de rotación de componente, en el que el eje de rotación de componente está determinado por el eje de rotación del componente macizo durante la operación. El componente macizo presenta una pluralidad de huecos que preferentemente están distanciados regularmente entre sí en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación de componente. Entre los huecos están dispuestas preferentemente las áreas intermedias, en particular, almas. Los huecos presentan cada uno un primer y un segundo lado de hueco en la dirección circunferencial, que están formados por los lados adyacentes del área intermedia, en particular, los lados de alma. Los huecos están conformados como huecos ciegos o como aberturas de paso en el componente macizo. En particular, cada hueco está delimitado en el borde por dos áreas intermedias, en particular, almas.

35 El método comprende al menos los siguientes pasos, preferentemente en el orden descrito:

40 En un paso de desbaste, preferentemente un paso preliminar, una pieza en bruto de componente se fabrica preferentemente a partir del producto semielaborado por medio de una herramienta de desbaste, en el que la pieza en bruto de componente presenta una pluralidad de huecos en bruto que están separados o distanciados entre sí preferentemente por áreas intermedias en bruto, en particular, almas en bruto. La pieza en bruto de componente está conformada, en particular, como un producto intermedio.

45 La pieza en bruto de componente está conformada, en particular, como un anillo o cilindro, o presenta al menos una sección de anillo o sección de cilindro, en la que los huecos en bruto forman aberturas y/o pasos en dirección radial en el anillo o en la sección de anillo. Alternativamente, los huecos en bruto están conformados como huecos ciegos en bruto. Las áreas intermedias en bruto, en particular, las almas en bruto, se encuentran en las posiciones en las que las áreas intermedias, en particular, las almas, están dispuestas después de pasos de producción adicionales. En particular, el número de áreas intermedias en bruto, en particular, almas en bruto, corresponde al número posterior de áreas intermedias, en particular, almas.

50 En un paso adicional, los primeros lados de hueco se conforman en particular, por separación y/o mecanizado y/o arranque de viruta por medio de un filo de herramienta. El conformado se lleva a cabo en el contorno final, de modo que los lados de hueco formados se pueden usar según lo previsto sin más pasos de mecanizado ulterior. En un primer paso de mecanizado cicloidal, el filo de herramienta se guía con respecto a la pieza en bruto de componente a lo largo de una primera trayectoria cicloidal. El filo de herramienta se guía con respecto a la pieza en bruto de componente a lo largo de la primera trayectoria cicloidal, en la que la pieza en bruto de componente gira en un

primer sentido de giro de componente alrededor del eje de rotación de componente.

Está previsto que los primeros lados de hueco se corten por medio del filo de herramienta. Además, un ángulo de desprendimiento del filo de herramienta se encuentra en el intervalo de  $-15^{\circ}$  a  $0^{\circ}$  al fabricar los primeros lados de hueco. En particular, en el primer paso de mecanizado cicloidal, los primeros lados de hueco no se fabrican por medio de "raspado". De forma particularmente preferente, el filo de herramienta se guía sin contacto hacia los segundos lados de hueco o las áreas de los huecos en bruto que posteriormente forman los segundos lados de hueco.

Posteriormente, el sentido de giro de componente se invierte y la pieza en bruto de componente se hace girar en un sentido opuesto de componente.

En un paso adicional, los segundos lados de hueco se fabrican en el contorno final por medio de un filo de herramienta adicional, en el que el filo de herramienta se guía en un segundo paso de mecanizado cicloidal con respecto a la pieza en bruto de componente a lo largo de una segunda trayectoria cicloidal. El filo de herramienta adicional se guía en el segundo paso de mecanizado cicloidal con respecto a la pieza en bruto de componente que gira alrededor del eje de rotación de componente en el sentido de giro opuesto de componente a lo largo de la segunda trayectoria cicloidal para mecanizar los huecos en bruto. Está previsto que los segundos lados de hueco se corten por medio del filo de corte de herramienta adicional y que un ángulo de desprendimiento del filo de herramienta adicional se encuentre en un intervalo entre  $-15^{\circ}$  y  $0^{\circ}$  al fabricar los segundos lados de hueco. En particular, en el segundo paso de mecanizado cicloidal, los segundos lados de hueco no se fabrican por medio de "raspado". De forma particularmente preferente, el filo de herramienta se guía hacia los primeros lados de hueco sin contacto.

El ángulo de desprendimiento se define preferentemente mediante el ángulo entre el plano del material antes del corte y la superficie de desprendimiento del filo de herramienta menos  $90^{\circ}$ .

Se entiende por trayectoria cicloidal, también llamada curva cíclica, cicloide o curva de rodadura, preferentemente una trayectoria que al desarrollar una circunferencia sobre una directriz describe un punto de circunferencia. La directriz está conformada, por ejemplo, como un círculo concéntrico alrededor del eje de rotación de componente. En particular, la trayectoria cicloidal está conformada como una trayectoria cicloidal alargada, en la que el filo de herramienta está dispuesto fuera de la circunferencia que se desarrolla sobre la directriz. Como alternativa o además, la trayectoria cicloidal presenta bucles en las puntas como trayectoria cicloidal extendida. Los bucles forman la trayectoria de corte del filo de herramienta en la pieza en bruto de componente y, por consiguiente, definen la forma geométrica de los lados de hueco.

Es una consideración de la invención que mediante la fabricación del primer y segundo lado de hueco, en cada caso por medio de corte y no por medio de raspado y con un ángulo de desprendimiento del filo de herramienta, que se encuentra entre  $-15^{\circ}$  y  $0^{\circ}$ , el acabado superficial de los lados de hueco, en primer lugar, del primer o segundo lado de hueco sea igualmente alta y, en segundo lugar, presente un acabado suficiente, de modo que se pueda omitir un mecanizado de acabado o que el mecanizado de acabado esté dado mediante el primer y segundo paso de mecanizado cicloidal. En particular, el primer y segundo lado de hueco se llevan a una forma final mediante el primer y segundo paso de mecanizado cicloidal. Por consiguiente, es posible fabricar un componente macizo de forma económica mediante un método de mecanizado cicloidal y al mismo tiempo lograr un alto acabado superficial y/o estabilidad de forma, respectivamente una baja tolerancia.

En resumen, el método se divide en tres pasos, en los que en un paso preliminar se introducen los huecos en bruto, en un primer paso de mecanizado cicloidal se cortan los primeros lados de hueco y en un segundo paso de mecanizado cicloidal se cortan los segundos lados de hueco. Puede estar previsto que los huecos en bruto se produzcan por medio del desbaste, pero en cambio el primer y segundo lado de hueco se produzcan por medio del acabado.

En una forma de fabricación preferente de la invención, en el primer y/o el segundo paso de mecanizado cicloidal, la pieza en bruto de componente se hace girar alrededor del eje de rotación de componente y el filo de herramienta se hace girar alrededor de un eje de rotación de herramienta. El eje de rotación de componente y el eje de rotación de herramienta son paralelos entre sí, pero están desplazados o distanciados espacialmente uno entre sí por una distancia de avance. La distancia de avance entre el eje de rotación de componente y el eje de rotación de herramienta se modifica en el curso del primer y/o del segundo paso de mecanizado cicloidal.

De forma particularmente preferente está previsto que en el primer paso de mecanizado cicloidal la pieza en bruto de componente se haga girar en un sentido de giro de componente y el filo de herramienta en un sentido de giro de herramienta. En cambio en el segundo paso de mecanizado cicloidal, la pieza en bruto de componente se hace girar en un sentido contrario al giro de componente y el filo de herramienta se hace girar en un sentido contrario al giro de herramienta, es decir, en cada caso en el sentido opuesto. Como alternativa o además, es ventajoso que la primera trayectoria cicloidal esté formada en el sentido opuesto a la segunda trayectoria cicloidal. De esta manera, se pueden lograr condiciones de corte idénticas o al menos similares para el primer y el segundo lado de hueco.

La primera trayectoria cicloidal y la segunda trayectoria cicloidal están dispuestas preferentemente desfasadas entre sí, pero de forma particularmente preferente están formadas idénticas en la forma y/o el desarrollo. Mediante el desplazamiento de fase, en particular, en un ángulo de desplazamiento alrededor del eje de rotación de componente, se logra que en el primer paso de mecanizado cicloidal se fabrique, en particular, se corte, solo el primer lado de hueco y el segundo lado de hueco permanezca sin contacto, y en el segundo paso de mecanizado cicloidal se fabrique, en particular, se corte, solo el segundo lado de hueco y el primer lado de hueco permanezca sin contacto.

Puede estar previsto que los lados de hueco se introduzcan en la pieza en bruto de componente con un mecanizado radialmente desde el exterior o radialmente desde el interior. En el primer caso, el filo de herramienta funciona desde el exterior hacia el interior con respecto al eje de rotación de componente, en el segundo caso, el filo de herramienta funciona desde el interior hacia el exterior, también con respecto al eje de rotación de componente. preferentemente, los sentidos de giro de la pieza en bruto de componente y el filo de herramienta se seleccionan de la siguiente manera: El filo de herramienta y la pieza en bruto de componente giran en sentidos opuestos o contrarios, siempre que el filo de herramienta corte comenzando en una circunferencia exterior de la pieza en bruto de componente. El filo de herramienta y la pieza en bruto de componente giran en el mismo sentido o igual sentido, siempre que la pieza en bruto de componente esté conformada en forma de anillo y el filo de herramienta corte comenzando en una circunferencia interior de la pieza en bruto de componente.

En una implementación preferente de la invención, el filo de herramienta y el filo de herramienta adicional presentan un ángulo de incidencia relativo a un vector radial al eje de rotación de jaula como eje de rotación de componente. Es preferente que el ángulo de incidencia esté formado de manera diferente en el primer y en el segundo paso de mecanizado cicloidal. Mediante el ángulo de incidencia diferente se logra que el filo de herramienta respectivo se pueda guiar cortando en ambos pasos de mecanizado cicloidal, respectivamente con el ángulo de desprendimiento mencionado. De forma particularmente preferente, los ángulos de incidencia con respecto al vector radial son del mismo tamaño, pero los filos de herramienta están dispuestos simétricamente en espejo con respecto al vector radial. La modificación del ángulo de incidencia del primer al segundo paso de mecanizado cicloidal se puede realizar de diferentes maneras:

Por un lado, es posible que durante la transición desde el primer paso de mecanizado cicloidal al segundo paso de mecanizado cicloidal el filo de herramienta se gire en 180 grados alrededor del vector radial del eje de rotación de herramienta para formar el filo de herramienta adicional. Alternativamente es posible utilizar dos filos de herramienta diferentes que están dispuestos, por ejemplo, desplazados axialmente a lo largo del eje de rotación de herramienta. También es posible utilizar un sistema de cambio de herramienta que cambia los filos de herramienta entre los pasos de mecanizado cicloidal.

En un desarrollo preferente de la invención, la distancia de avance se modifica en función de una posición axial del filo de herramienta con respecto a la pieza en bruto de jaula. Al cambiar la distancia de avance se logra que el primer y/o el segundo lado de hueco no solo estén guiados paralelos al eje de rotación de componente, sino que también puedan adoptar una forma geométrica diferente. De forma particularmente preferente, la distancia de avance se modifica en función de la posición axial del filo de herramienta con respecto a la pieza en bruto de componente de tal manera que los huecos estén conformados de forma trapezoidal. En particular, los huecos están conformados de forma trapezoidal en una vista en planta radial. La transición de los huecos rectangulares a los huecos trapezoidales puede llevarse a cabo de manera simple mediante una programación de un dispositivo de fabricación correspondiente y no genera ningún coste adicional en la fabricación del componente macizo. Como alternativa o además, la inclinación y/o el perfil de inclinación de los lados de hueco en la dirección radial con respecto al eje de rotación de componente también pueden estar conformados diferentemente para el primer y el segundo lado de hueco. Si se mira un lado frontal del hueco, o sea en particular, un área del piso o un área del techo en la dirección axial, los límites de los lados frontales pueden estar conformados asimétricamente entre sí en la dirección circunferencial. En particular, las transiciones a los lados de hueco pueden estar conformadas trapezoidales y/o independientes entre sí. En particular, cada uno de los huecos presenta dos lados frontales y dos lados de hueco, en los que al menos uno de los lados frontales, visto en la dirección del eje de rotación de componente, está conformado aproximadamente de forma trapezoidal, en particular, trapezoidal, y/o los lados de hueco, vistos en una vista en planta radial, están conformados aproximadamente de forma trapezoidal, en particular, trapezoidales.

En una forma de fabricación preferente de la invención, los huecos en bruto se introducen en la pieza en bruto de componente mediante un paso de mecanizado precicloidal como un paso de desbaste. También en el paso de mecanizado precicloidal se guía un filo de herramienta con respecto a la pieza en bruto de componente a lo largo de una trayectoria cicloidal, en este caso una trayectoria precicloidal. Sin embargo, en el paso de mecanizado precicloidal está previsto que ambos lados de hueco de las almas en bruto se fabriquen en el mismo paso de mecanizado precicloidal. El trasfondo de esto es que los lados de hueco se llevan a la forma final de todos modos mediante los pasos de mecanizado cicloidal posteriores, de modo que no se requiere un acabado superficial o precisión de fabricación particularmente altos durante el paso de mecanizado precicloidal. Preferentemente, está previsto que con respecto a la trayectoria precicloidal la primera trayectoria cicloidal esté dispuesta desplazada en

fase en un primera dirección circunferencial y la segunda trayectoria cicloidal esté dispuesta desplazada en fase en una dirección opuesta a ello.

En una implementación preferente de la invención, el componente macizo está conformado como una jaula maciza para un rodamiento. El rodamiento está conformado preferentemente como un rodamiento de rodillos y, en configuraciones particularmente preferentes de la invención, como un rodamiento de rodillos cónicos. La jaula maciza define un eje de rotación de jaula como el eje de rotación de componente. La jaula maciza presenta una pluralidad de almas como las áreas intermedias, en la que los huecos están dispuestos entre las almas, en la que los huecos están conformados como receptáculos para los elementos rodantes del rodamiento.

La jaula maciza puede tener exactamente una fila circunferencial de almas o también puede estar conformada en dos o más filas. Opcionalmente, la jaula maciza puede presentar anillos laterales o anillos intermedios, en la que las almas unen los anillos laterales y/o los anillos intermedios en la dirección axial. Los anillos laterales, respectivamente los anillos intermedios, y las almas están conformados juntos en una pieza.

Cada una de las almas presenta un primer y un segundo lado de alma, que al mismo tiempo forman los lados de hueco, en las que los lados de alma están conformados para soportar los elementos rodantes en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación de jaula. En particular, los lados de alma presentan superficies de apoyo para los elementos rodantes. Todos los primeros lados de alma apuntan en una primera dirección circunferencial y todos los segundos lados de alma en una segunda dirección circunferencial, que está formada como dirección opuesta a la primera dirección circunferencial. Los lados de alma limitan las almas en la dirección circunferencial.

Como alternativa o además, los huecos en bruto están en la posición en la dirección circunferencial en la que los huecos están dispuestos para alojar los elementos rodantes, después de los pasos de método adicionales. En particular, las almas en bruto están conformadas cada una más ancha, en la dirección circunferencial, que las almas.

Otro objeto de la invención se refiere a un componente macizo, en particular, una jaula maciza para un rodamiento o un eje sólido, como se describió anteriormente, en el que el componente macizo se fabricó mediante el método, como se describió anteriormente. En el componente macizo fabricado mediante el método, se pueden ver claramente las trazas de corte del primer y del segundo paso de mecanizado cicloidal en el primer y en el segundo lado de hueco. En particular, los huecos pueden tener áreas de esquina anguladas, mientras que en otros métodos de fabricación se producen áreas de esquina redondeadas.

En principio es posible que los huecos del componente macizo presenten una sección transversal rectangular en una vista en planta radial y/o, en particular, que estén conformados en la configuración como jaula maciza para alojar rodillos cilíndricos. Sin embargo, es particularmente preferente que los huecos estén conformados de forma trapezoidal y/o estén conformados para alojar rodillos cónicos.

Otras características, ventajas y efectos de la invención resultan de la siguiente descripción de un ejemplo de realización preferente de la invención, así como de las figuras adjuntas. Muestran:

la figura 1 una representación general del método según la invención en base a diferentes etapas de fabricación de una jaula maciza;

la figura 2a, b cada una una vista en planta axial esquemática de un dispositivo de fabricación para fabricar la jaula maciza para explicar el mecanizado cicloidal;

la figura 3 una representación tridimensional esquemática de una jaula maciza con trayectoria cicloidal dibujada;

las figuras 4a, b una representación detallada esquemática de un paso de mecanizado precicloidal en el área de un hueco en bruto;

la figura 4c una sección en detalle similar como en las figuras 4a, b para explicar los parámetros geométricos del mecanizado;

las figuras 5a, b una representación esquemática de la fabricación de los primeros lados de alma de la jaula maciza;

la figura 5c una representación esquemática de un desplazamiento de fase de una primera trayectoria cicloidal;

las figuras 6a, b una representación esquemática de la fabricación de los segundos lados de alma;

la figura 6c una representación esquemática de un desplazamiento de fase de la segunda trayectoria cicloidal;

la figura 7 una representación en sección esquemática de un eje sólido como otro ejemplo de realización de la

invención;

la figura 8 el eje sólido de la figura 7 en una vista en planta radial.

5 La figura 1 muestra una representación general esquemática de un método para fabricar una jaula maciza 1 como un componente macizo, como está representado en la parte inferior derecha en la figura 1. La jaula maciza 1 está conformada para instalarse en un rodamiento y presenta una pluralidad de almas 2 como áreas intermedias, que están dispuestas de manera regularmente distribuida en una dirección circunferencial alrededor de un eje de rotación de jaula K. Entre las almas 2 está dispuesto en cada caso un hueco 3 para alojar un elemento rodante, en este ejemplo un rodillo. Los anillos laterales 4 están dispuestos en el lado del extremo axial, en los que las almas 2 y/o los huecos 3 se extienden entre los anillos laterales 4. La jaula maciza 1 está formada en una sola pieza.

10 Cada una de las almas 2 presenta un primer lado de alma 5a como primer lado de hueco y un segundo lado de alma 5b como segundo lado de hueco. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, los primeros lados de alma están orientados en el sentido horario y los segundos lados de alma en un sentido antihorario. Por razones de claridad, los números de referencia solo se muestran a modo de ejemplo en dos almas 2. En particular, todos los primeros lados alma 5a están orientados en el mismo sentido y todos los segundos lados de alma 5b en el mismo sentido opuesto. En el funcionamiento del rodamiento no representado, los primeros y segundos lados de alma 5a b sirven como superficies de contacto para los elementos rodantes, en particular, para los rodillos. Los primeros y segundos lados de alma 5a, b están orientados en particular, en una dirección circunferencial. Como también se puede ver en la representación de la jaula maciza 1, esta presenta salientes de presión 6 que se forman en una pieza radialmente en el interior de las almas 2 y que, cuando se ensambla el rodamiento, sirven para asegurar que los rodillos se puedan encajar en los huecos 3 y se mantengan allí en forma cautiva.

25 El método para fabricar la jaula maciza se lleva a cabo utilizando un denominado mecanizado cicloidal, en el que un filo de herramienta se guía en trayectorias cicloidales con respecto a la pieza de trabajo, en este caso a la jaula maciza 1. Para una explicación del mecanizado cicloidal se hace referencia a las figuras 2 y 3.

30 En la figura 2a está representado un dispositivo de fabricación 7 de una manera muy esquemática en una vista en planta axial. El dispositivo de fabricación 7 está conformado para girar la jaula maciza 1 alrededor del eje de rotación de jaula K en un primer sentido de giro de jaula KD1. Además, el dispositivo de fabricación 7 presenta un accionamiento giratorio 8, por ejemplo un accionamiento de husillo, en el que el accionamiento giratorio 8 define un eje de rotación de herramienta W. El eje de rotación de jaula K y el eje de rotación de herramienta W están dispuestos paralelos entre sí, pero desplazados en una distancia de avance Z entre sí. El accionamiento giratorio 8 gira un filo de herramienta 9 de un cincel 10 en un sentido de giro de herramienta WD1, en el que el filo de herramienta 9 está distanciado del eje de rotación de herramienta W en un vector radial R e incide contra el vector radial R en un ángulo de incidencia  $\alpha$ . Mediante una rotación simultánea de la jaula maciza 1 alrededor del eje de rotación de jaula K y del filo de herramienta 9 alrededor del eje de rotación de herramienta W, el filo de herramienta 9 describe una trayectoria cicloidal con respecto a la jaula maciza 1, como está representado con el símbolo de referencia Z en la figura 3. La trayectoria cicloidal Z está formada mediante una rotación correspondiente de la jaula maciza 1 y el filo de herramienta 9 de tal manera que los bucles 11 de la trayectoria cicloidal Z están dispuestos en los huecos 3. Por consiguiente, debido al guiado del filo de herramienta 9 a lo largo de la trayectoria cicloidal Z, los huecos 3 se pueden fabricar en la jaula maciza 1.

45 En la figura 2a se muestra una forma de realización del dispositivo de fabricación 7, en el que el eje de rotación de herramienta W está dispuesto fuera del componente macizo, en este ejemplo de realización, de la jaula maciza 1, y por eso el filo de herramienta 9 se avanza radialmente desde el exterior al componente macizo. Por el contrario, en la figura 2b se muestra una forma de realización del dispositivo de fabricación 7 en el que el eje de rotación de herramienta W está dispuesto dentro del componente macizo, de modo que el filo de herramienta 9 se avanza radialmente desde el interior al componente macizo.

50 Sin embargo, los huecos 3 no se introducen en un solo paso de fabricación por medio del mecanizado cicloidal, sino que la introducción se realiza a través de tres pasos individuales, como se explicará más adelante en relación con la figura 1.

55 En la figura 1, en la parte central superior, se muestra una pieza en bruto de jaula 12 que ya presenta almas en bruto 13 en las posiciones de las almas 2 posteriores, así como huecos en bruto 14. Los huecos en bruto 13 pueden introducirse en principio como se desee, pero es particularmente simple en términos de tecnología de fabricación si se los introduce a través de un paso de mecanizado precicloidal como paso de desbaste.

60 El paso de mecanizado precicloidal se explica con referencia a las figuras 4a, b, c. Las figuras 4a, b, c muestran cada una una sección en detalle de la pieza en bruto de jaula 12, en la que ya se pueden ver las almas en bruto 13 y los huecos en bruto 14. El filo de herramienta 9 se guía a lo largo de una trayectoria precicloidal (figura 4c) 15. Los lados de las almas en bruto 13, que corresponden a los primeros lados de alma 5a posteriores, se producen a lo largo de esta trayectoria por medio un proceso de corte. Por el contrario, como se puede ver en la figura 4b, los lados de las almas en bruto 13, que luego corresponden a los segundos lados de alma 5b, se producen raspando.

En otras palabras, el ángulo de desprendimiento del filo de herramienta 9 es positivo en la figura 4a y puede volverse negativo en la figura 5b. En la figura 4c, el ángulo de desprendimiento en el paso de mecanizado precicloidal en el segundo lado de alma 5b de la figura 4b está dibujado a -5 grados.

Debido al paso de mecanizado precicloidal se introducen, por lo tanto, aberturas en forma de huecos en bruto 14 en la pieza en bruto de jaula 12. Sin embargo, el acabado superficial, en particular, del lado de alma, que luego corresponde al segundo lado de alma 5b y que se ha mecanizado raspando y/o con un ángulo de desprendimiento negativo, no es lo suficientemente preciso para el requisito de la jaula maciza 1. Por esta razón, el mecanizado de acabado del primer y del segundo lado de alma 5a, b se lleva a cabo a través de un primer y un segundo paso de mecanizado cicloidal.

El resultado del primer paso de mecanizado cicloidal está representado en la parte inferior izquierda en la figura 1, en la que en el primer paso de mecanizado cicloidal se realiza el mecanizado de acabado de los primeros lados de alma 5a. En el contexto del primer paso de mecanizado cicloidal, el filo de herramienta 9 del cincel 10 u otro filo de herramienta 9 adicional de otro cincel 10 se guía a lo largo de una primera trayectoria cicloidal. Sin embargo, la primera trayectoria cicloidal está dispuesta desplazada en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación de jaula K con respecto a la trayectoria precicloidal del paso de mecanizado precicloidal.

Las figuras 5a, b, c muestran el primer paso de mecanizado cicloidal. De la figura 5a se desprende que para el primer paso de mecanizado cicloidal la jaula maciza 1, respectivamente en el estado, la pieza en bruto de jaula 12 se hace girar en un ángulo de 3,5 grados en este ejemplo alrededor del eje de rotación de jaula K. Esto da como resultado un desplazamiento de fase de la primera trayectoria cicloidal con respecto a la trayectoria precicloidal en una cantidad de los 3,5 grados mencionados. En particular, los mínimos y/o los máximos de la primera trayectoria cicloidal y de la trayectoria precicloidal están desplazados uno con respecto al otro en el desplazamiento de fase alrededor del eje de rotación de jaula K.

En la figura 5b se muestra la inmersión del filo de herramienta 9, en la que se puede ver que el filo de herramienta 9 se guía a lo largo de la primera trayectoria cicloidal de tal manera que el filo de herramienta 9 corte los primeros lados de alma 5a. La figura 5c muestra la salida del filo de herramienta 9 del hueco 3, en la que se puede ver que se guía de forma distanciada y/o sin contacto con respecto al lado de las almas en bruto 13 que luego forman el segundo lado de alma 5b. Por lo tanto, en el primer paso de mecanizado cicloidal solo se fabrican los primeros lados de alma 5a. El sentido de giro de jaula KD1 de la jaula maciza, respectivamente pieza en bruto de jaula 12, y el sentido de giro de herramienta WD1 del filo de herramienta 9 alrededor del eje de rotación de herramienta W son opuestos entre sí.

Después de que se ha llevado a cabo el primer paso de mecanizado cicloidal y, en particular, de haber realizado el mecanizado de acabado de los primeros lados de alma 5a tiene lugar un segundo paso de mecanizado cicloidal. En este segundo paso de mecanizado cicloidal, como está representado en las figuras 6a, b, c, se modifica el ángulo de incidencia alfa del filo de herramienta 9. En particular, el cincel 10 se gira en 180 grados. Además, la segunda trayectoria cicloidal también se desplaza en fase a la trayectoria precicloidal, pero en este caso en 3,5° en el sentido opuesto.

Además, los sentidos de giro de la jaula maciza 1, respectivamente de la pieza en bruto de jaula 12, y del filo de herramienta 9 alrededor del eje de rotación de herramienta W se invierten, de modo que la jaula maciza 1, respectivamente la pieza en bruto de jaula 12, se hace girar alrededor de un sentido de giro opuesto de jaula KD2 y el filo de herramienta se hace girar en un sentido de giro opuesto de herramienta WD2. Como resultado, el filo de herramienta 9 se guía de tal manera que en el segundo paso de mecanizado cicloidal se cortan los segundos lados de alma 5b y el ángulo de desprendimiento del filo de herramienta 9 es negativo. A la salida, el filo de herramienta 9 vuelve a estar sin contacto con los primeros lados de alma 5a. La forma de la primera y la segunda trayectoria cicloidal es la misma, pero en sentidos opuestos, y están desplazadas en total en dos veces el desplazamiento de fase, es decir, en este ejemplo, en 7° entre sí.

Por consiguiente, tanto los primeros lados de alma 5a como los segundos lados de alma 5b se cortan, respectivamente se mecanizan con un ángulo de desprendimiento negativo del filo de herramienta 9, de modo que estos presenten un alto acabado superficial, respectivamente pueden representarse como un mecanizado de acabado.

Dicho de paso, los salientes de presión 6 también se producen mediante el primer y el segundo paso de mecanizado cicloidal.

En principio, es posible formar una jaula maciza 1 con huecos 3, en la que los huecos 3 están conformados rectangulares en una vista en planta radial desde el exterior. Esto se muestra en la figura 1. Sin embargo, también es posible modificar la distancia de avance Z en función de una posición axial del filo de herramienta 9 durante el mecanizado, de modo que se formen huecos trapezoidales 3, como se representan en la figura 3. La transición de los huecos rectangulares 3 a los huecos trapezoidales 3 se puede implementar adaptando la programación del dispositivo de fabricación 6.

En la figura 7 y 8 se muestra, como otro ejemplo de realización de la invención, un componente macizo conformado como un eje sólido 16 en una representación en sección, respectivamente en una vista en planta radial. El eje sólido 16 presenta una pluralidad de huecos 3 que en este ejemplo de realización están conformados como huecos ciegos y no como huecos de paso, como en las figuras anteriores. Como se describió previamente para la jaula maciza 1, los huecos 3 se pueden introducir a través de la secuencia de método del paso de mecanizado precicloidal y los pasos de mecanizado cicloidal.

#### Lista de referencias

|    |          |  |
|----|----------|--|
| 10 | 1        | Jaula maciza                           |
|    | 2        | Almas                                  |
| 15 | 3        | Huecos                                 |
|    | 4        | Anillos laterales                      |
|    | 5a       | Primeros lados de alma                 |
| 20 | 5b       | Segundos lados de alma                 |
|    | 6        | Salientes de presión                   |
| 25 | 7        | Dispositivo de fabricación             |
|    | 8        | Accionamiento giratorio                |
|    | 9        | Filo de herramienta                    |
| 30 | 10       | Cíncel                                 |
|    | 11       | Bucles                                 |
| 35 | 12       | Pieza en bruto de jaula                |
|    | 13       | Almas en bruto                         |
|    | 14       | Huecos en bruto                        |
| 40 | 15       | Trayectoria precicloidal               |
|    | 16       | Eje sólido                             |
| 45 | $\alpha$ | Ángulo de incidencia                   |
|    | K1       | Eje de rotación de jaula               |
|    | R        | Vector radial                          |
| 50 | KD1      | Sentido de giro de jaula               |
|    | KD2      | Sentido de giro opuesto de jaula       |
| 55 | W        | Eje de rotación de herramienta         |
|    | WD1      | Sentido de giro de herramienta         |
|    | WD2      | Sentido de giro opuesto de herramienta |
| 60 | Z        | Distancia de avance                    |



## REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un componente macizo, en particular, una jaula maciza (1) para un rodamiento, en el que el componente macizo define un eje de rotación de componente (K1) y presenta una pluralidad de huecos (3), en el que cada uno de los huecos (3) presenta un primer y un segundo lado de hueco (5a, b), que comprende los pasos:  
  
conformado de una pieza en bruto de componente (12) en un paso de desbaste por medio de una herramienta de desbaste, en el que la pieza en bruto de componente (12) forma una pluralidad de huecos en bruto (14);  
  
conformado de los primeros lados de hueco (5a) en el contorno final por medio de un filo de herramienta (9), en el que el filo de herramienta (9) se guía, en un primer paso de mecanizado cicloidal con respecto a la pieza en bruto de componente (12) que gira alrededor del eje de rotación de componente (K1) en un sentido de giro de componente (KD1), a lo largo de una primera trayectoria cicloidal para mecanizar los huecos en bruto (14), en el que los primeros lados de hueco (5a) se cortan por medio del filo de herramienta (9) y en el que un ángulo de desprendimiento del filo de herramienta (9) se encuentra en el intervalo de  $-15^{\circ}$  a  $0^{\circ}$ ;  
  
inversión del sentido de giro de componente (KD1) de la pieza en bruto de componente (12) y giro de la pieza en bruto de componente (12) en un sentido de giro opuesto de componente (KD2);  
  
conformado de los segundos lados de hueco (5b) en el contorno final por medio de un filo de herramienta (9) adicional, en el que el filo de herramienta (9) adicional se guía, en un segundo paso de mecanizado cicloidal con respecto a la pieza en bruto de componente (12) que gira alrededor del eje de rotación de componente (K1) en el sentido de giro opuesto de componente (KD2), a lo largo de una segunda trayectoria cicloidal para mecanizar los huecos en bruto (14), en el que los segundos lados de hueco (5b) se cortan por medio del filo de herramienta (9) adicional y en el que un ángulo de desprendimiento del filo de herramienta (9) adicional se encuentra en el intervalo de  $-15^{\circ}$  a  $0^{\circ}$ .  
  
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el filo de herramienta (9) y la pieza en bruto de componente (12) giran en sentidos opuestos, siempre que el filo de herramienta (9) corte comenzando en una circunferencia exterior de la pieza en bruto de componente (12), o que el filo de herramienta (9) y la pieza en bruto de componente (12) giran en el mismo sentido, siempre que la pieza en bruto de componente (12) esté conformada en forma de anillo y el filo de herramienta (9) corte comenzando en una circunferencia interior de la pieza en bruto de componente (12).  
  
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** en el paso de desbaste la pieza en bruto de componente (12) se hace girar alrededor del eje de rotación de componente (K1) y la herramienta de desbaste se hace girar alrededor de un eje de rotación de herramienta (W), en el que tiene lugar un acoplamiento de los movimientos de rotación del eje de rotación de componente (K1) y el eje de rotación de herramienta (W), que en los pasos de mecanizado cicloidal la pieza en bruto de componente (12) se hace girar alrededor del eje de rotación de componente (K1) y los filos de herramienta (9) se hacen girar alrededor del eje de rotación de herramienta (W), y que antes de llevar a cabo el respectivo paso de mecanizado cicloidal el eje de rotación de componente (K1) y el eje de rotación de herramienta (W) se desacoplan, la pieza en bruto de componente (12) gira en un ángulo alfa alrededor del eje de rotación de componente (K1) y el eje de rotación de componente (K1) se vuelve a acoplar con el eje de rotación de herramienta (W).  
  
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** se modifica una distancia de avance (Z) entre el eje de rotación de componente (K1) y el eje de rotación de herramienta (W).  
  
5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** se modifica la distancia de avance (Z) en función de una posición axial del filo de herramienta (9) con respecto a la pieza en bruto de componente (12) para conformar de forma trapezoidal los huecos (3), visto en una dirección perpendicular al eje de rotación de componente (K1) y a una circunferencia exterior del componente macizo.  
  
6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, **caracterizado por que** cada hueco (3) presenta dos lados frontales, en el que al menos uno de los lados frontales se conforma aproximadamente de forma trapezoidal, visto en la dirección del eje de rotación de componente (K1).  
  
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los huecos en bruto (14) se introducen en la pieza en bruto de componente (12) mediante un paso de mecanizado precicloidal, en el que la herramienta de desbaste se guía con respecto a la pieza en bruto de componente (12), que gira alrededor del eje de rotación de componente (K1) en un sentido de rotación de componente (KD1), a lo largo de al menos una trayectoria cicloidal adicional para formar los huecos en bruto (14).

- 5 8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el componente macizo se conforma como jaula maciza (1) para un rodamiento, en el que la jaula maciza (1) define un eje de rotación de jaula (K) y presenta una pluralidad de almas (2) que forman los huecos (3) para alojar elementos rodantes, en el que los huecos (3) presentan cada uno el primer y segundo lado de hueco (5a, b) para soportar los elementos rodantes en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación de jaula (K).
- 10 9. Componente macizo, en particular, una jaula maciza (1) para un rodamiento o un eje sólido, en el que el componente macizo define un eje de rotación de componente (K1) y presenta una pluralidad de huecos (3), en el que cada uno de los huecos (3) presenta un primer y un segundo lado de hueco (5a, b) y presenta dos lados frontales,  
**caracterizado por que**  
15 el componente macizo se fabrica mediante el método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 20 10. Componente macizo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** una superficie de los huecos (3) en el área de los primeros y de los segundos lados de hueco (5a, 5b) presenta una rugosidad superficial promedio Rz de 10 µm como máximo.
- 25 11. Componente macizo de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, **caracterizado por que** una circunferencia de cada hueco (3), visto en una dirección perpendicular al eje de rotación de componente (K1) y a una circunferencia exterior del componente macizo, y/o al menos un lado frontal de cada hueco (3) está/están conformados de forma trapezoidal.
- 30 12. Componente macizo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por que** una circunferencia de cada hueco (3), visto en una dirección perpendicular al eje de rotación de componente (K1) y a una circunferencia exterior del componente macizo, y/o una circunferencia de al menos uno de los lados frontales está conformada de forma asimétrica.
- 35 13. Componente macizo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** el componente macizo forma una jaula maciza (1) para un rodamiento y está conformado en forma de anillo, en el que la jaula maciza (1) define un eje de rotación de jaula (K) y presenta una pluralidad de almas (2) que forman los huecos (3) para alojar elementos rodantes, en el que cada uno de los huecos (3) presenta el primer y segundo lado de hueco (5a, b) para soportar los elementos rodantes en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación de jaula (K).
- 40 14. Componente macizo de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** el componente macizo forma una jaula maciza (1) para un rodamiento y la jaula maciza (1) está conformada en forma de media concha, en el que la jaula maciza (1) define un eje de rotación de jaula (K) y presenta una pluralidad de almas (2) que forman los huecos (3) para alojar elementos rodantes, en el que cada uno de los huecos (3) presenta el primer y segundo lado de hueco (5a, b) para soportar los elementos rodantes en la dirección circunferencial alrededor del eje de rotación de jaula (K).
- 45 15. Componente macizo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizado por que** una circunferencia exterior de la jaula maciza (1) presenta un diámetro mayor que 250 mm.

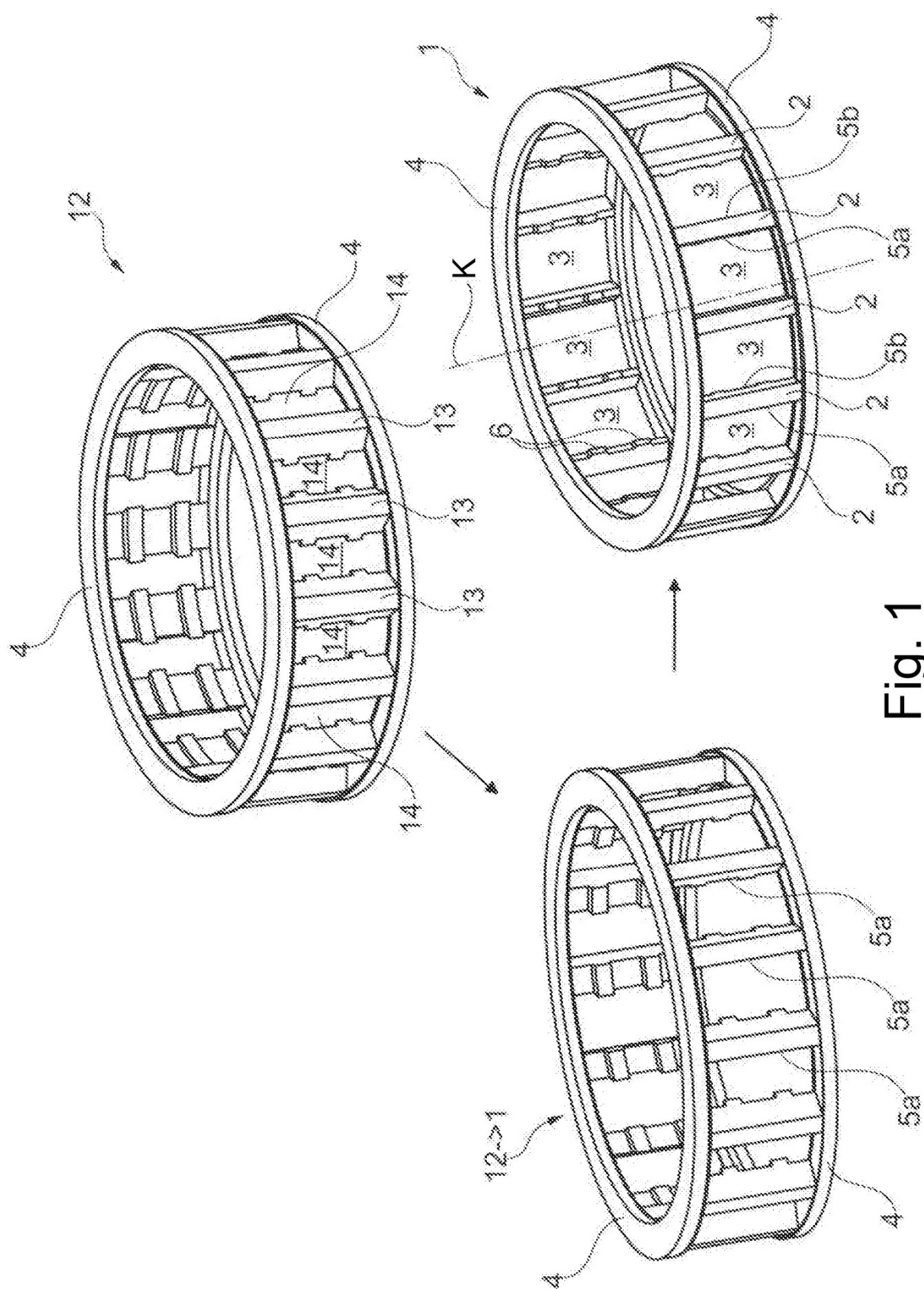


Fig. 1

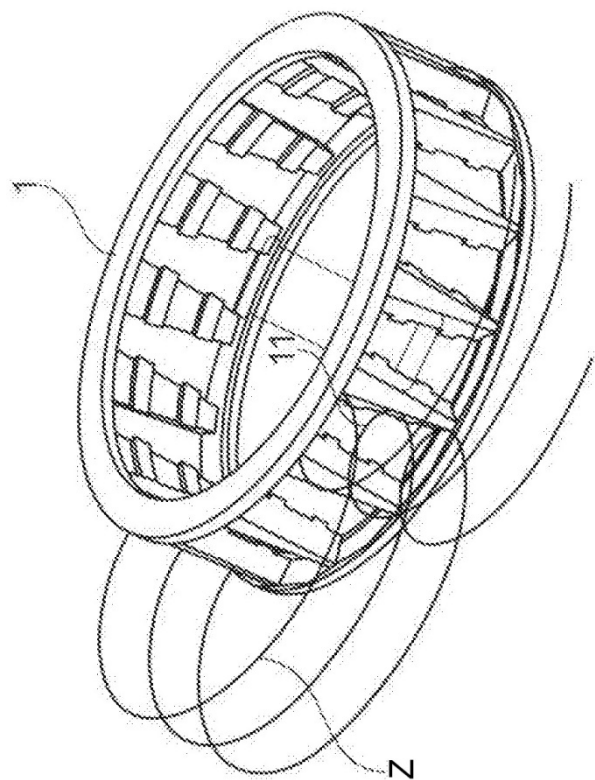


Fig. 3

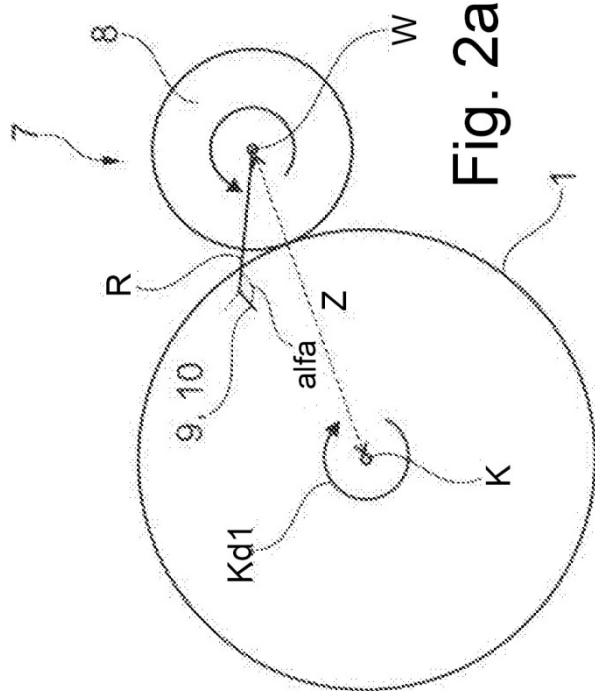


Fig. 2a

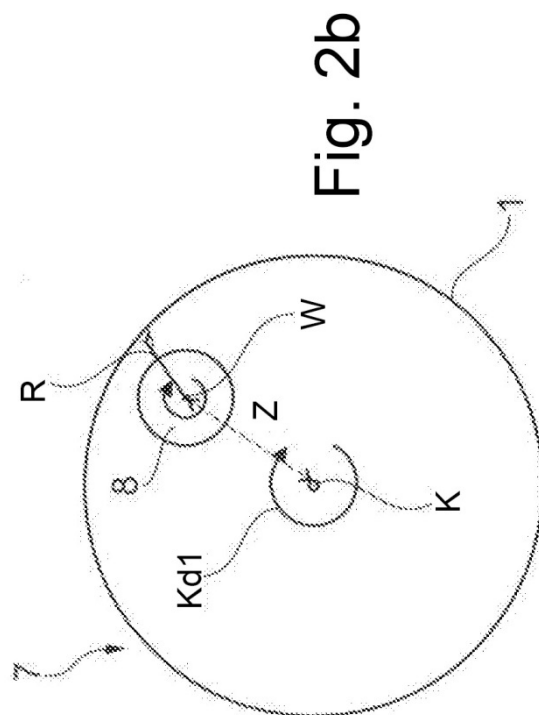
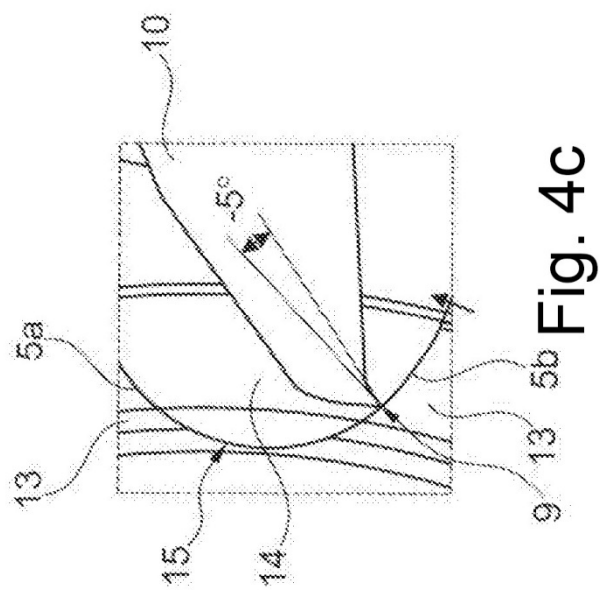
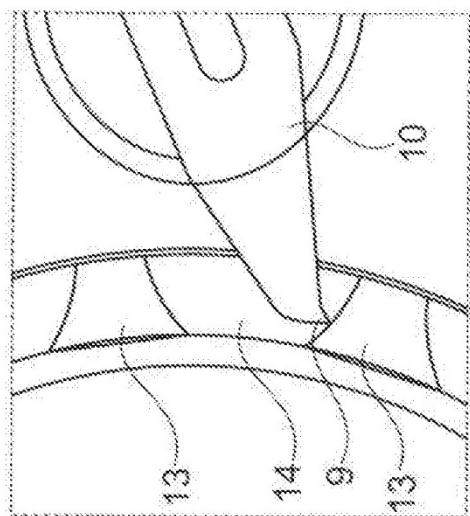
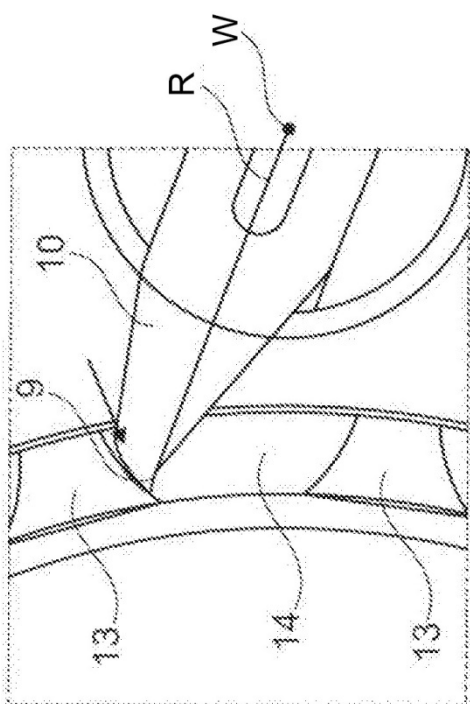


Fig. 2b



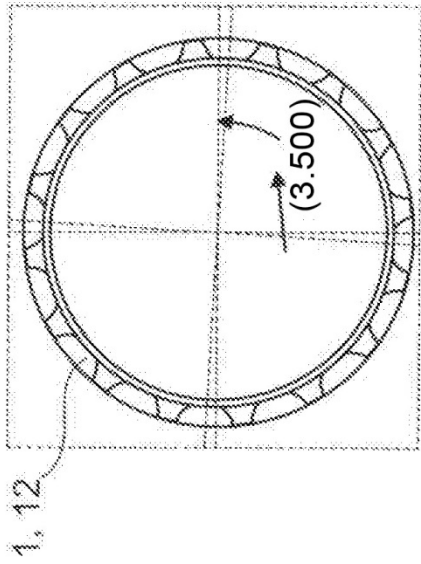


Fig. 5a

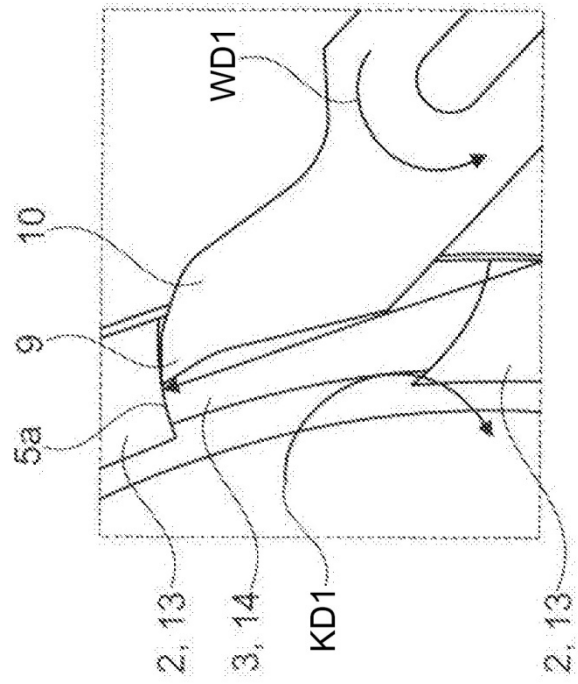


Fig. 5b

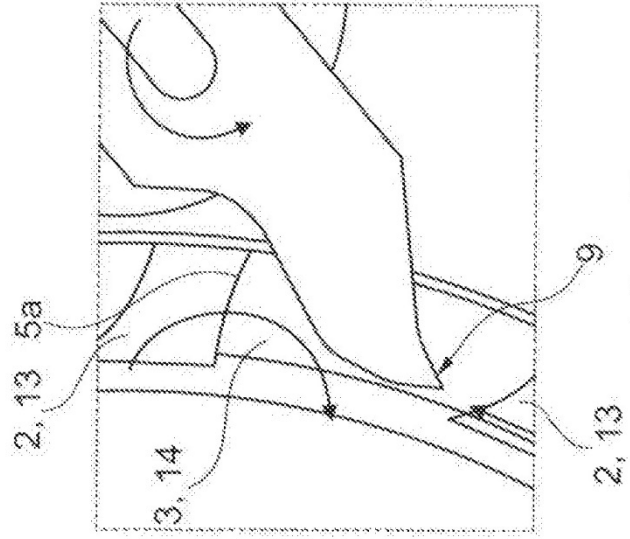


Fig. 5c

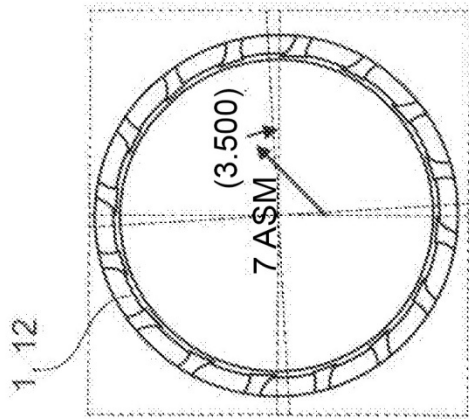


Fig. 6a

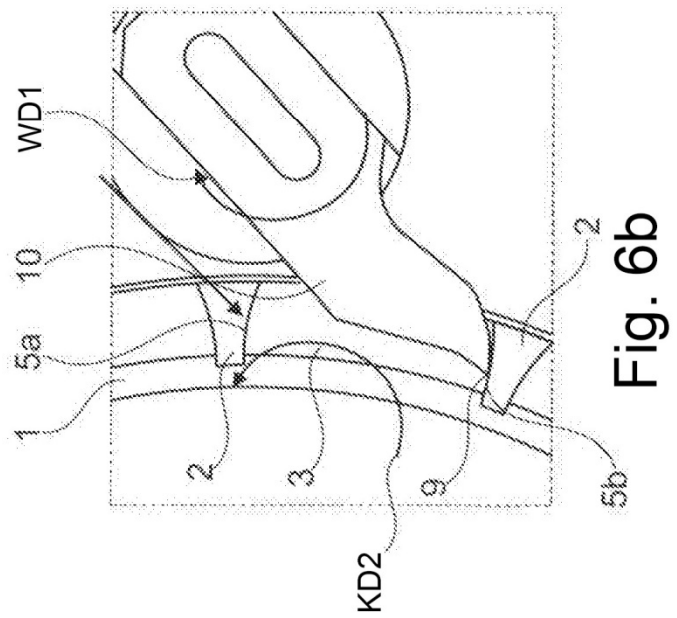


Fig. 6b

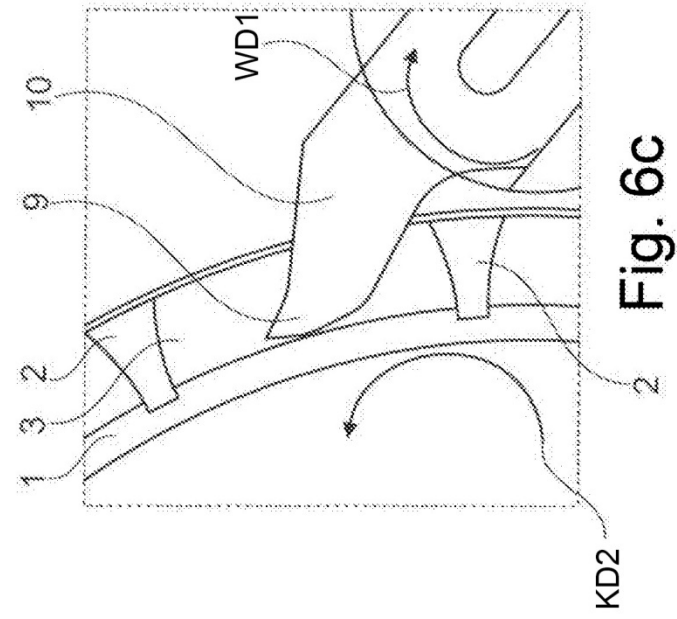


Fig. 6c

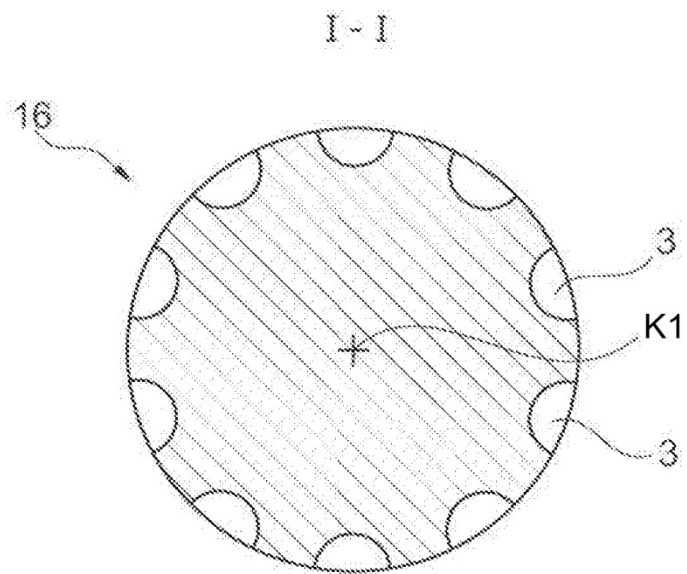


Fig. 7

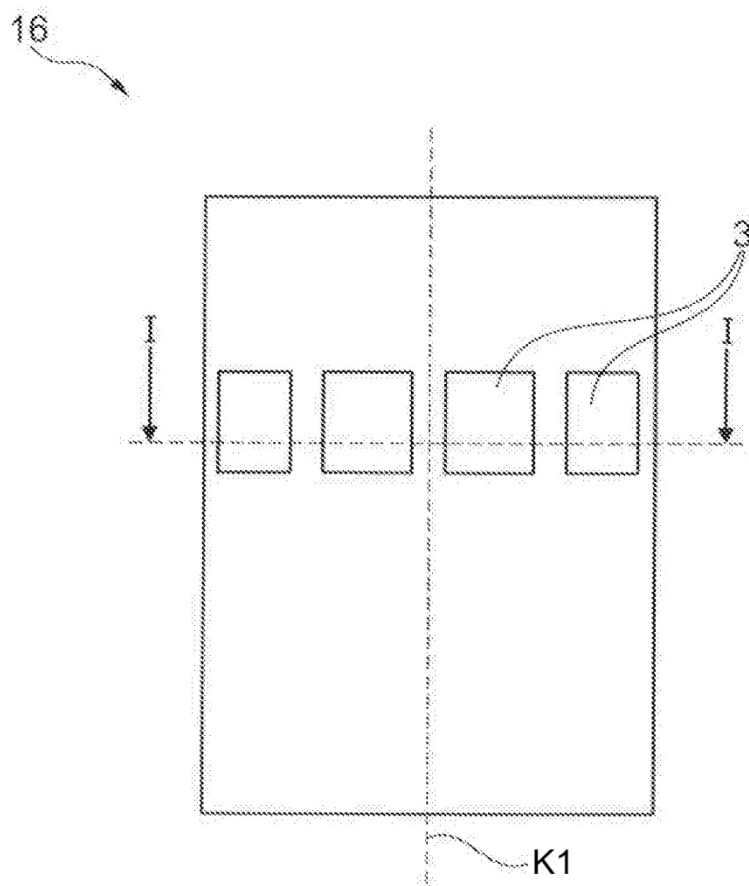


Fig. 8