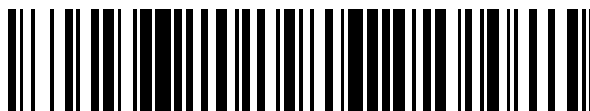


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 045**

51 Int. Cl.:

F16C 3/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2012** **E 12185602 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015** **EP 2711567**

54 Título: **Cigüeñal de peso optimizado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2015

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP METALÚRGICA CAMPO LIMPO
LTDA. (100.0%)
Av. Alfred Krupp, 1050
13231-900 Campo Limpo Paulista-SP, BR**

72 Inventor/es:

**FONSECA GALLI, LUIS ANTONIO;
DE SOUZA RODRIGUES, ALEX y
STUANI, DIOGO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 550 045 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

Cigüeñal de peso optimizado

La presente invención se refiere a un cigüeñal para una máquina de combustión interna que tiene al menos un asiento de cojinete o muñón principal para soportar el cigüeñal en una carcasa de cigüeñal y que tiene al menos un pasador del asiento de cojinete para la conexión de una biela al cigüeñal.

Estado de la técnica

En el documento EP 0 800 008 A2 se describe un cigüeñal para una máquina de combustión interna, y en la zona de transición entre los asientos de cojinete y los brazos de cigüeñal están dispuestas formas de radio que tienen diferentes parámetros. Las formas de radio entre los brazos de cigüeñal y los asientos de cojinete conducen a una pérdida de peso, para obtener un cigüeñal de peso ligero. La posición radial de una forma profunda o de un radio plano depende de la dirección de carga que afecta a los asientos de cojinete, para evitar un debilitamiento de las zonas de transición entre dichos asientos de cojinete y los brazos de cigüeñal.

El documento US 4.356.741 A1 describe un cigüeñal con rebajes en los asientos de cojinete y huecos o aberturas en el medio los asientos de cojinete. Los huecos y aberturas conducen a una pérdida de peso para proporcionar un cigüeñal de peso ligero.

El documento FR 2 847 314 A1 divulga un cigüeñal para una máquina de combustión interna con los principales asientos de cojinete para soportar el cigüeñal en una carcasa de cigüeñal y con pasadores de los asientos de cojinete para la conexión de las bielas al cigüeñal. Los principales asientos de cojinete y los pasadores de los asientos de cojinete disponen de zonas de alta carga mecánica. Los rebajes se aplican en los asientos de cojinete para disminuir máximos picos de tensión dentro del material, en particular, en la transición de cojinetes radiales a los brazos de cigüeñal. Los huecos se deben colocar en las áreas de alta carga mecánica.

Desgraciadamente, los cigüeñales que tienen rebajes profundos, aberturas o radios en algunas partes de los brazos de cigüeñal conducen a una alta debilidad del cuerpo del cigüeñal y dependiendo de las fuerzas de gas o las fuerzas de inercia, el cigüeñal debe estar diseñado con unas áreas de sección transversal mayores.

Divulgación de la invención

Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de eliminar las desventajas mencionadas anteriormente. En particular, es un objetivo de la presente invención proporcionar un cigüeñal de peso optimizado con un mínimo efecto de debilitamiento.

Este objetivo se consigue mediante un cigüeñal como se enseña mediante la reivindicación 1 de la presente invención. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones secundarias.

La invención divulga un cigüeñal para una máquina de combustión interna que tiene al menos un asiento de cojinete principal para soportar el cigüeñal en una carcasa de cigüeñal y teniendo el asiento de cojinete al menos un pasador para la conexión de una biela a un cigüeñal, mientras al menos una de las superficies del cojinete radial comprende al menos una zona de rebaje con una profundidad de al menos 1 mm.

Según la invención, al menos un asiento de cojinete principal y/o al menos un pasador del asiento de cojinete ofrece una o más áreas de rebaje que conducen a una región de ausencia material. Las áreas de rebaje están dispuestas en regiones con menos tensión mecánica y/o menos tensión causada por la presión del aceite hidrodinámico, y así las áreas de rebaje se definen en las regiones de acuerdo con la carga variación cambiando sobre la revolución del cigüeñal. Debido a la profundidad y la anchura de las zonas de rebaje, la ausencia de material de cada rebaje en la superficie de apoyo conduce a un efecto de alivio para reducir al mínimo el peso de la totalidad de cigüeñal, y debido al diseño masivo de la sección transversal del asiento de cojinete la regiones con ausencia material de acuerdo con la invención no conducen a un debilitamiento destructivo de la totalidad de cigüeñal. En particular, cuando las áreas de rebaje se definen en las regiones de acuerdo con las direcciones de carga del cigüeñal, el efecto de debilitamiento del cigüeñal causado por los rebajes en la superficie de apoyo puede ser minimizado.

De acuerdo con una realización preferida del cigüeñal según la invención en al menos una superficie del asiento de cojinete se disponen dos áreas de rebaje. Preferiblemente, las dos áreas de rebaje se definen en posiciones opuestas de acuerdo al eje del árbol, dependiendo del comportamiento de la carga específico del cigüeñal causado por fuerzas de gas de la combustión interna de la máquina y/o causado por las fuerzas de inercia. Los experimentos han demostrado que una posición más o menos enfrente de dos áreas de rebaje en una superficie del asiento de cojinete conduce a una pérdida de peso optimizada combinada con un efecto de debilitamiento mínimo.

De acuerdo con todavía otra realización en la al menos una superficie del asiento de cojinete están dispuestas dos áreas de rebaje, y una zona de rebaje forma un área de rebaje más grande y un área de rebaje forma un área de rebaje más pequeña. Además, en las superficies de los principales asientos de cojinete se pueden definir áreas de rebaje con diferentes tamaños y/o diferentes formas en comparación con las zonas de rebaje en las superficies de

los pasadores de los asientos de cojinete. Como consecuencia del cálculo de un peso reducido al mínimo del cigüeñal combinado con un efecto de debilitamiento mínimo del cigüeñal, cada uno de los principales asientos de cojinete y/o los pasadores de los asientos de cojinete puede presentar zonas de rebaje en diferentes números, en diferentes tamaños y en particular, con diferentes profundidades.

- 5 De acuerdo con otra mejora del cigüeñal de la invención, la profundidad de la al menos una zona de rebaje asciende de 3 mm a 30 mm, preferiblemente de 6 mm a 20 mm y lo más preferido de 9 mm a 15 mm. A modo de ejemplo, las pequeñas áreas de rebaje se pueden caracterizar por una profundidad de aproximadamente 9 mm y las grandes áreas de rebaje se pueden caracterizar por una profundidad de hasta 15 mm.

- 10 Además, la al menos un área de rebaje puede presentar una forma de arco circunferencial, preferiblemente de tal manera que la profundidad forma un radio del arco formado o área de rebaje en forma semicircular. En la transición de la forma de arco o la forma semicircular de la zona de rebaje en la superficie del asiento de cojinete se puede disponer de un radio de transición a fin de evitar bordes vivos.

- 15 Según la invención, el asiento de cojinete principal y/o el pasador del asiento de cojinete ofrece al menos una zona de alta carga mecánica mientras que la al menos una zona de rebaje está dispuesta en una posición lateral con respecto a la zona de alta carga mecánica en relación con la forma redonda de los asientos de cojinete. En relación con una revolución del cigüeñal al menos una zona de carga mínima y una zona de carga máxima pueden afectar al asiento de cojinete. Las zonas de alta carga mecánica que afectan al asiento de cojinete no se combinan con una posición de un área de rebaje que conduce a un debilitamiento de la capacidad de carga del cojinete, pero las áreas de rebaje están posicionadas laterales a las zonas de alta carga mecánica para evitar dañar el cigüeñal. En particular, las zonas de rebaje están colocadas en las áreas de carga mínima que afectan al asiento de cojinete.

- 20 La zona de alta carga mecánica es causada por carreras de combustión y/o por carreras de intercambio de gases de la máquina de combustión interna. Por otra parte una alta carga mecánica puede ser también causada por fuerzas de inercia de la biela y/o el pistón. Las áreas de cargas mecánicas altas y bajas pueden ser diferentes entre los principales asientos de cojinete y el pasador del asiento de cojinete, y para cada asiento de cojinete el número, la posición, la profundidad y la anchura de la al menos una zona de rebaje se calcula en función de la posición del ángulo del cigüeñal y de cada asiento de cojinete entre el punto muerto superior (TDC) y el punto muerto inferior (BDC).

- 25 Preferiblemente, la anchura de la al menos una zona de rebaje es menor que la anchura de la superficie de asiento de cojinete respecto a la dirección del eje de rotación. El área restante entre la anchura de la zona de rebaje y el borde que limita axialmente la superficie asiento de cojinete conduce a un área de contacto de descanso en la superficie, formando una superficie de carga de descanso, en particular, para mantener el efecto de guía del cojinete sobre toda la revolución del cigüeñal.

- 30 La superficie asiento de cojinete que comprende una zona de rebaje forma la superficie de carga que se ve afectada por la carga mecánica debido a las fuerzas de gas y/o fuerzas de inercia provocadas por la masa de la biela y el pistón. Por lo tanto, el área de al menos un rebaje en la superficie asiento de cojinete está situada directamente en las superficies de contacto del asiento de cojinete y el anillo exterior del cojinete.

- 35 Los componentes antes mencionados, así como los componentes reivindicados y los componentes que se utilizan de acuerdo con la invención en las realizaciones descritas no están sujetos a las excepciones especiales con respecto a su tamaño, la forma, la selección de materiales y el concepto técnico de tal manera que los criterios de selección conocidos en el campo pertinente se puede aplicar sin limitaciones.

Realización preferida de la invención

- 45 Detalles adicionales, características y ventajas del objeto de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción de las respectivas figuras, que muestran una realización preferida de una manera ejemplar de la materia objeto de acuerdo con la invención en conjunción con las figuras adjuntas, en las cuales

La figura 1 muestra una realización de un cigüeñal con las características de la presente invención,

La figura 2 muestra una sección transversal de un asiento de cojinete del cigüeñal y

La figura 3 muestra una vista esquemática de un cojinete de fricción con un asiento de cojinete que gira en un anillo exterior del cojinete.

- 50 La figura 1 muestra una realización de un cigüeñal 1 para una máquina de combustión interna, y el cigüeñal 1 se realiza para el uso en una máquina de cuatro cilindros. El cigüeñal 1 presenta cinco asientos de cojinete principales 10, que se definen como el cojinete A, el cojinete C, el cojinete E, el cojinete G y el cojinete I como se identifica desde la izquierda, hacia el lado derecho de la cigüeñal 1. El cigüeñal 1 se apoya de forma giratoria en un eje de rotación 17 en una carcasa de cigüeñal (no mostrado) por medio de dichos asientos de cojinete principales 10.

Entre los principales asientos de cojinete 10 el cigüeñal 1 presenta pasadores de los cojinetes 11 para la conexión de una biela y que se definen como el cojinete B, cojinete D, cojinete F y cojinete H como se identifica de la izquierda a la derecha de la cigüeñal 1. El pasador del asiento de cojinete 11 en las posiciones B y H se muestra en una posición de punto muerto superior (TDC) y el pasador del asiento de cojinete 11 en las posiciones D y F se muestra en un punto muerto inferior (BDC) de acuerdo con la posición de rotación del cigüeñal 1.

Cada uno de los asientos de cojinete 10 y 11 se muestran, además, en una vista en sección transversal representada por encima y por debajo de los asientos 10, 11 dedicados.

Como se muestra en cada uno de los principales asientos de cojinete 10 y en cada uno de los pasadores de los asientos de cojinete 11, áreas de rebaje 14, 15 son definidas en las superficies 12 y 13 de los asientos de cojinete 10, 11. Las áreas de rebaje 14 y 15 se dividen en las grandes áreas de rebaje 14 y pequeñas áreas de rebaje 15, mientras que el tamaño de las grandes áreas de rebaje 14 y las pequeñas áreas de rebaje 15 pueden variar de área de rebaje en área de rebaje, y la clasificación en áreas de rebaje grande y pequeña 14 y 15 es sólo para ser comprendidas aproximadamente.

Los asientos de cojinete 10 principales cuentan con una superficie 12 y los pasadores de los asientos de cojinete 11 presentan una superficie 13, mientras que las superficies 12 y 13 forman las superficies cargadas mecánicamente de los cojinetes de fricción 10, 11. Cada área de rebaje 14 y 15 forma una región de ausencia de material dentro de dichas superficies 12 y 13, y las áreas de rebaje 14 y 15, situadas en las secciones transversales A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F, H-H e I-I de los asientos de cojinete 10, 11, se representan en cada una de las secciones transversales de los asientos de cojinete 10 y 11. Las realizaciones de las áreas de rebaje 14 y 15 cuentan con una forma semicircular en las superficies 12 y 13 con una profundidad y una anchura, que son diferentes entre sí y las zonas de rebaje 14, 15 se subdividen en grandes áreas de rebaje 14 y pequeñas áreas 15.

Como se muestra en las secciones transversales, las grandes áreas de rebaje 14 y las pequeñas áreas de rebaje 15 se definen en ciertas posiciones relativas a una posición superior, mostrada como una flecha en las secciones transversales, mientras que los puntos de posición superior en la dirección del punto muerto superior (PMS), como se muestra en la sección transversal de los pasadores de los asientos de cojinete 11 en las posiciones B y H.

El ángulo α se define entre el punto muerto superior (TDC) y la posición del área de rebaje grande 14 y el ángulo β es definido entre el punto muerto superior (TDC) y la zona de rebaje pequeña 15 con respecto a la posición actual de rotación el cigüeñal 1. En la siguiente tabla diferentes ángulos α y β se definen para la realización de un cigüeñal de cuatro cilindros 1.

Los ángulos α y β en mm, como se muestra en la Figura 1

Ángulo	Cojinete A	Cojinete B	Cojinete C	Cojinete D	Cojinete E	Cojinete F	Cojinete G	Cojinete H	Cojinete I
α (°)	99	93	75	88	75	88	99	93	73
β (°)	287	272	288	267	288	267	287	272	261

Las áreas de rebaje 14, 15 se muestran con una anchura w_1 que es menor que la anchura w_2 de las superficies de los asientos de cojinete 12 y 13 medida en la dirección del eje de rotación 17. La extensión de las zonas de rebaje 14 y 15 en dirección circunferencial pueden medir aproximadamente 100mm para los asientos de cojinete 10 y 11 con un diámetro de alrededor de 60 mm. La reducción de peso causada por las áreas de rebaje puede ascender hasta 600 g lo que representa una reducción de 1,53% en el peso total del cigüeñal 1. En la figura 2 siguiente se muestra una vista en sección transversal en la línea de la sección F-F ejemplar.

La figura 2 muestra una vista en sección transversal del pasador del asiento de cojinete 11 en la posición F. En el lado derecho en la sección transversal se define una zona de rebaje grande 14 y en el lado izquierdo en la sección transversal se define un área de rebaje pequeña 15. Por debajo de la zona de rebaje pequeña 15 se muestra la apertura de un pasaje de aceite 18, y el aceite puede pasar el pasaje de aceite 18 para lubricar la superficie 13 del pasador del asiento de cojinete 11. Detrás del área de sección transversal del pasador del asiento de cojinete 11 del cigüeñal 1 se muestra un primer brazo del cigüeñal 19 y detrás de un asiento de cojinete principal - no mostrado - está dispuesto otro brazo de cigüeñal 19 para la conexión de los principales asientos de cojinete 10 con un pasador del asiento de cojinete 11 vecino. La realización muestra dos áreas de rebaje 14, 15 en posiciones opuestas con respecto a la circunferencia del asiento de cojinete 11, mientras que dicha área de rebaje 14 y 15 se definen con diferentes diámetros.

Las figuras 3 muestran una vista esquemática de un cojinete de fricción con un asiento de cojinete 10, 11 que gira en un anillo exterior del cojinete 20. La rotación del asiento de cojinete 10, 11 en el eje de rotación 17 se define mediante una flecha. El asiento de cojinete 10, 11 se muestra con una sola área de rebaje 14, 15 de una manera ejemplar solamente, por otra parte se define la profundidad d de la zona de rebaje 14, 15. La transición entre el área

de rebaje en forma semicircular 14, 15 y la superficie de la asiento de cojinete principal dispone de un radio de transición 16 para evitar bordes afilados cruzando la zona de rebaje 14, 15.

El asiento de cojinete 10, 11 está cargado por una fuerza F, y debido a la carga de los asientos de cojinete 10, 11 presentan de una posición excéntrica en el anillo exterior 20 del cojinete que conduce a una región convergente 22. Debido a lo que se denomina efecto de cuña en la región convergente 22 se produce un campo de presión de aceite hidrodinámico 21. Debido al efecto de presión hidrodinámica en el campo de presión 21 el asiento de cojinete 10, 11 se apoya en el anillo exterior 20 del cojinete. Cuando el cojinete de fricción formada por el asiento de cojinete 10, 11 y el anillo exterior 20 del cojinete se aplica en una carcasa de cigüeñal para soportar un cigüeñal 1 o se aplica en una biela para conectar dicha biela al cigüeñal 1, la posición del campo de presión 21 varía en diferentes ángulos y por lo tanto en diferentes posiciones que rodean el asiento de cojinete 10, 11. En el sentido de la presente invención la posición de la zona de rebaje 14, 15 está definida en una región sin una presión hidrodinámica, y para la realización mostrada de una sola área de rebaje 14, 15 la posición del campo de presión de aceite hidrodinámico 21 se encuentra diametralmente opuesta a la zona de rebaje 14, 15.

Con respecto a las diferentes posiciones de las pequeños y grandes áreas de rebaje 14 y 15 de los principales asientos de cojinete 10 y los pasadores de los asientos de cojinete 11 del cigüeñal 1 en la figura 1 las posiciones de las áreas de rebaje 14 y 15 se definen en las regiones de acuerdo a la circunferencia de los cojinetes 10, 11, donde no se producen campos de presión de aceite hidrodinámico 21.

Debido a la posición especial de las áreas de rebaje 14, 15, que puede variar de cojinete a cojinete de A a I, las posiciones de las áreas de rebaje 14 y 15 que conduce a las regiones de ausencia de material se calculan mediante un programa informático de tal manera, que se mantiene el campo de presión de aceite hidrodinámico entre el asiento de cojinete 10, 11 y el anillo exterior del cojinete 20.

La presente invención no está limitada por la realización descrita anteriormente, que se representa como sólo un ejemplo y se puede modificar de varias maneras dentro del alcance de protección definido por las reivindicaciones de patente adjuntas.

Lista de números

- 1 cigüeñal
- 10 asiento de cojinete principal
- 11 pasador del asiento de cojinete
- 12 superficie del asiento de cojinete principal
- 13 superficie del pasador del asiento de cojinete
- 14 zona de rebaje, grande
- 15 zona de rebaje, pequeña
- 16 radio de transición
- 17 eje de rotación
- 18 pasaje de aceite
- 19 brazo de cigüeñal
- 20 anillo exterior del cojinete
- 21 campo de presión de aceite hidrodinámico
- 22 región convergente
- F fuerza
- d profundidad
- x zona de alta carga mecánica
- w1 anchura de la al menos un área rebaje
- w2 anchura de la superficie del asiento de cojinete

TDC	punto muerto superior
BDC	punto muerto Inferior
α	ángulo entre el PMS y la zona de rebaje grande
β	ángulo entre TDC y la zona rebaje pequeña

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un cigüeñal (1) para una máquina de combustión interna que tiene al menos un asiento de cojinete principal (10) para soportar el cigüeñal (1) en una carcasa de cigüeñal y que tiene al menos un pasador (11) del asiento de cojinete para conectar una biela al cigüeñal (1), contando el asiento de cojinete principal (10) y/o el pasador (11) del asiento de cojinete con al menos un área (x) de alta carga mecánica,
- caracterizado porque** al menos una de las superficies de asiento de cojinete (12, 13) comprende al menos una zona de rebaje (14, 15) con una profundidad (d) de al menos 1 mm, y estando la al menos una zona de rebaje (14, 15) dispuesta en una posición lateral con respecto al área (x) de alta carga mecánica.
- 10 2. Un cigüeñal (1) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en al menos una superficie del asiento de cojinete (12, 13) están dispuestas dos áreas de rebaje (14, 15).
3. Un cigüeñal (1) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** en al menos una superficie asiento de cojinete (12, 13) está dispuesta un área de rebaje más grande (14) y un área de rebaje más pequeña (15).
- 15 4. Un cigüeñal (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la profundidad (d) de la al menos una zona de rebaje (14, 15) asciende de 3 mm a 30 mm, preferiblemente de 6 mm a 20 mm y lo más preferido de 9 mm a 15 mm.
5. Un cigüeñal (1) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la al menos una zona de rebaje (14, 15) tiene una forma semicircular, preferiblemente tal que la profundidad (d) forma un radio del área de rebaje en forma semicircular (14, 15).
- 20 6. Un cigüeñal (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la zona (x) de alta carga mecánica se carga por una carrera de combustión y/o por una carrera de intercambio de gases de la máquina de combustión interna.
7. Un cigüeñal (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la anchura (w1) de la al menos una zona de rebaje (14, 15) es menor que la anchura (w2) de la superficie del asiento de cojinete (12, 13).

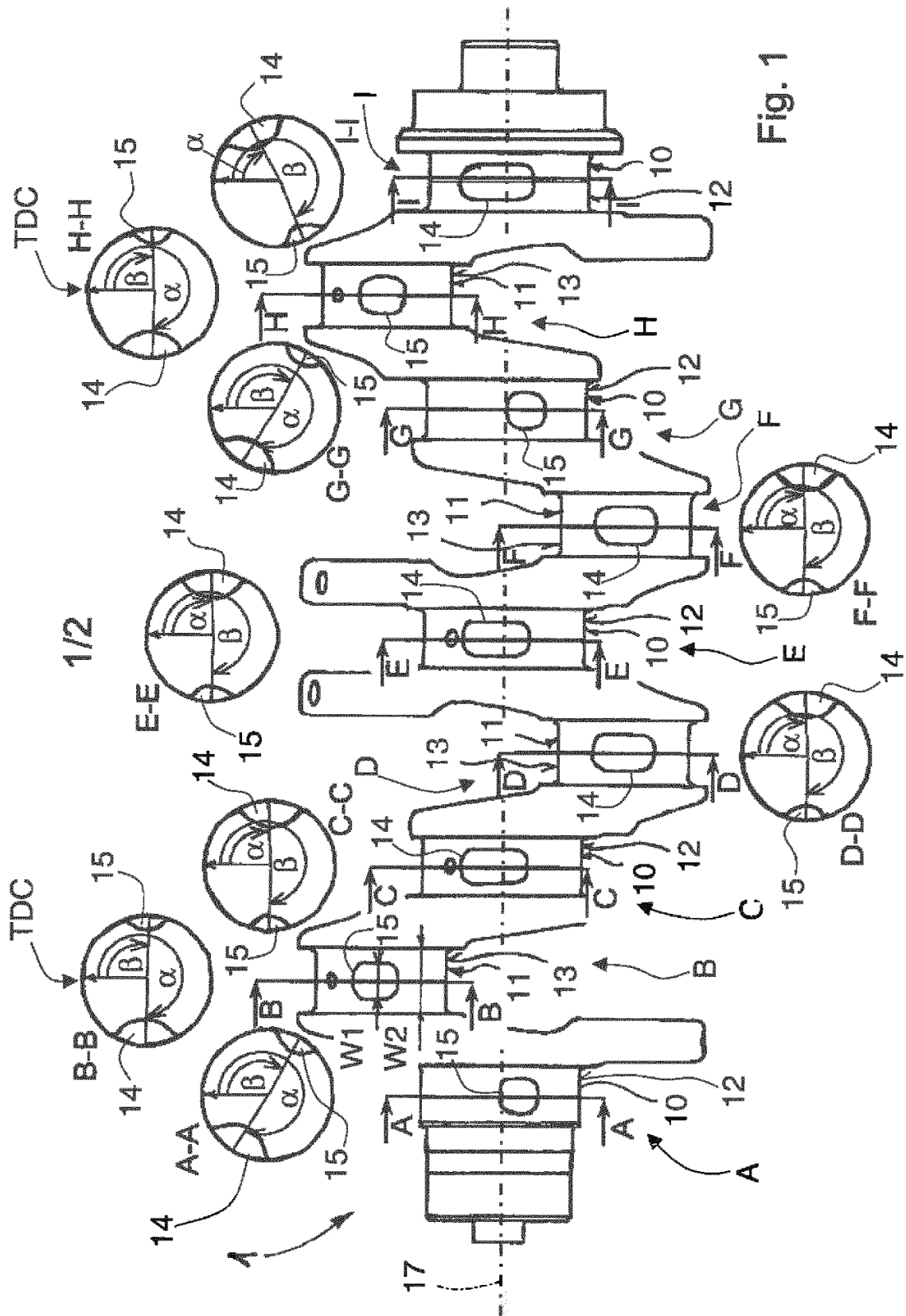


Fig. 1

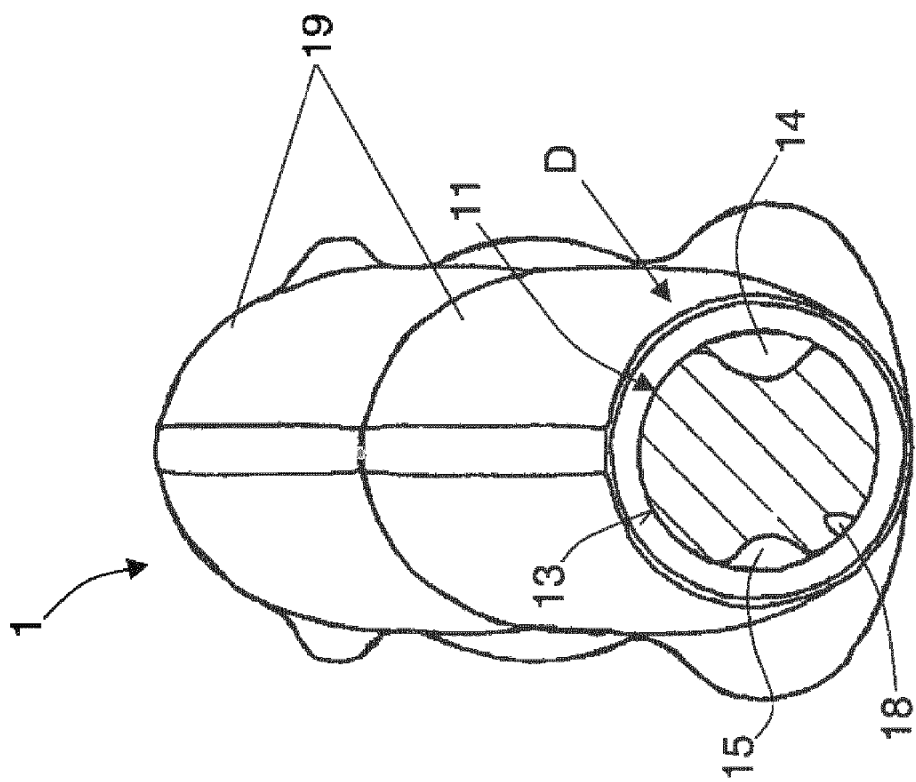


Fig. 2

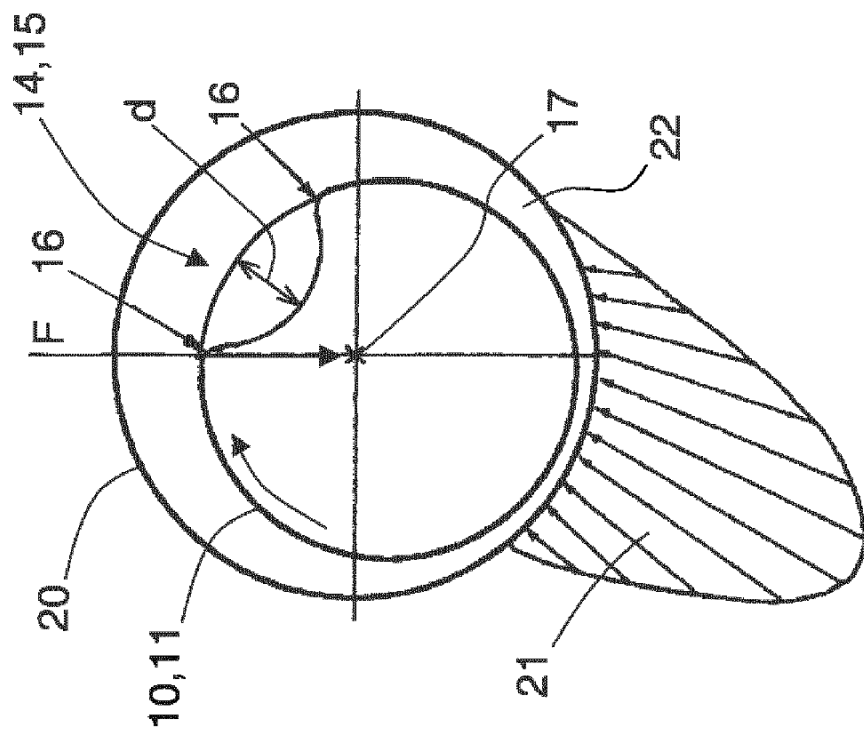


Fig. 3