

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 997**

51 Int. Cl.:

B23K 15/00 (2006.01)

B23P 15/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2013 PCT/EP2013/068540**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14040927**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2013 E 13763013 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2879832**

54 Título: **Rueda dentada de gran engranaje y procedimiento para la fabricación de una rueda dentada de gran engranaje**

30 Prioridad:

17.09.2012 DE 102012018244

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

07.06.2019

73 Titular/es:

**FLENDER GMBH (100.0%)
Alfred-Flender-Strasse 77
46395 Bocholt, DE**

72 Inventor/es:

**KLEIN-HITPASS, ARNO;
MEIS, JEAN-ANDRE y
REIMERS, JAN-DIRK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 715 997 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

Rueda dentada de gran engranaje y procedimiento para la fabricación de una rueda dentada de gran engranaje

La invención se refiere a una rueda dentada de gran engranaje que está fabricada de varios componentes individuales soldados entre sí, y a un procedimiento para la fabricación de tal rueda dentada de gran engranaje.

- 5 Es conocida la fabricación de ruedas dentadas de gran engranaje, es decir, ruedas dentadas con diámetros de más de 600 mm, como ruedas dentadas de una sola pieza.

10 Una desventaja de la configuración de una sola pieza de grandes ruedas dentadas consiste en que estas son extremadamente desfavorables en lo que respecta al material requerido y al peso de fabricación. Como solución del problema de peso se conoce el diseño de grandes ruedas dentadas acanaladas. Para ello, en el marco de una mecanización de torneado de las superficies laterales de rueda, se retira material. De esta manera, sin embargo, se elevan los costes de fabricación, ya que para la acanaladura son necesarios otros rendimientos de arranque de viruta y el material retirado ha causado costes en la compra de las piezas en bruto.

15 Otro problema aparece en la cementación. Para este proceso se introduce mucha energía en el componente, lo que puede provocar en el proceso de enfriamiento una deformación masiva de la pieza. Esta deformación de la pieza debe ser compensada con antelación mediante laboriosas medidas constructivas y también posteriormente mediante correspondiente remoción de material. Dado que la remoción de material posterior debe efectuarse en el estado cementado de la pieza, acarrea considerables costes y, correspondientemente, no resulta económica. Como medidas constructivas, por un lado, es conocido diseñar la pieza con correspondientes sobremedidas, de tal modo que se pueda efectuar una posterior remoción de material hasta las medidas de referencia. Por otro lado, para una mejor cementación o para la mejora del proceso de enfriamiento se aplican orificios perforados en la pieza que deben garantizar que la pieza sea bañada de manera más uniforme por el medio de enfriamiento para obtener un mejor perfil de temperatura de la pieza durante su refrigeración y, por tanto, una menor deformación.

25 A pesar de estas caras y laboriosas medidas, la deformación de la pieza en la práctica, sin embargo, solo se puede restringir con dificultad a límites estrechos de manera controlada. En el resultado, grandes ruedas dentadas configuradas de una sola pieza que han sido fabricadas del modo anteriormente descrito son un compromiso económico de costes de material y costes de fabricación y, en la suma, solo resultan rentables en ciertas condiciones.

30 Como alternativa a las ruedas dentadas de una sola pieza, se conocen ruedas dentadas híbridas que se componen de varios componentes y, en concreto, de al menos un buje, un cuerpo de rueda dispuesto en el buje y una corona dentada dispuesta en el perímetro exterior del cuerpo de rueda. En el estado de la técnica, ya se conocen muy variadas formas de realización de tales ruedas dentadas híbridas de gran engranaje, que se diferencian en primera línea por la manera en que están fijados entre sí los componentes individuales, así como por la configuración de los componentes individuales. Una panorámica del estado de la técnica de la fabricación de grandes ruedas híbridas se ofrece, por ejemplo, en los manuales Roloff Matek, *Maschinenelemente* y Niemann Winter Höhn, *Maschinenelemente* o en documentos de patente como, por ejemplo, DE 911 500 B, DE 917 589 B y DE 82 05 946 U1.

40 La fijación de los componentes individuales entre sí puede efectuarse mecánicamente. Así, la corona dentada, por ejemplo, puede estar atornillada con el cuerpo de rueda. Alternativamente, también se conoce un ajuste por contracción de la rueda dentada al cuerpo de rueda, estando asegurada contra un movimiento relativo la corona dentada respecto al cuerpo de rueda a menudo mediante correspondientes aseguramientos con arrastre de forma.

45 Alternativamente, los componentes individuales también pueden ser unidos entre sí con arrastre de material mediante soldadura, para lo cual actualmente se utilizan exclusivamente procedimientos de soldadura con electrodo de fundición. Ruedas dentadas soldadas deben ser diseñadas, junto a la seguridad de la estructura dentada, adicionalmente respecto a sus propiedades como interfaces. Las interfaces de unión se componen de las combinaciones de piezas corona dentada y cuerpo de rueda (el denominado *bandage*), cuerpo de rueda y buje, así como buje y eje. Estos puntos de unión deben ser considerados también en los cálculos de diseño y en la planificación de fabricación. Además, deben tenerse en cuenta su laboriosidad desde el punto de vista técnico de la fabricación y su repercusión sobre la funcionalidad de la pieza.

50 El cuerpo de rueda puede estar configurado de una sola pieza, por ejemplo, como pieza moldeada. Así mismo, también es posible fabricar el cuerpo de rueda como construcción soldada. Cuerpos de rueda soldados se emplean en particular en la construcción de grandes engranajes en números de piezas de 1 a 5, ya que muchas veces representan la única posibilidad para la fabricación rentable.

55 Un proceso de fabricación conocido para ruedas dentadas híbridas de gran engranaje consiste, por ejemplo, en la disposición de piezas en bruto, el torneado previo, la soldadura, el engranado, dado el caso, el cementado por inducción, el rectificado de engranajes y el subsiguiente control de calidad.

Los trabajos de soldadura que se efectúan en ruedas dentadas híbridas de gran engranaje se realizan sin excepción por medio de soldadura MSG (MSG = soldadura con gas protector de metal), soldadura por electrodo o soldadura por arco sumergido. Todos ellos son procedimientos con electrodo de fundición y con una energía de arco relativamente elevada y, por tanto, gran efecto sobre las propiedades metalúrgicas de la unión y del material de base. El proceso de soldadura como tal induce grandes tensiones internas en la estructura constructiva de acero. Por ello, para el experto es habitual en la actualidad realizar a continuación del trabajo de soldadura un recocido de eliminación de tensiones para la relajación de tensiones para evitar que otras etapas de fabricación liberen estas tensiones, dado el caso, en una deformación como, por ejemplo, al torneear acanaladuras, en una reducción de grosor de pared asimétrica o similares. Estas deformaciones concomitantes a la fabricación son conocidas y conducen a fallas de la estructura soldada. Correspondientemente, una mecanización de medidas de alta precisión de una rueda dentada de gran engranaje soldada solo es posible tras la realización de un recocido de eliminación de tensiones.

El endurecimiento de la pieza soldada se efectúa por medio de temple por inducción. Este procedimiento tiene la ventaja de que se introduce en la pieza una energía térmica relativamente baja únicamente de manera local, por medio de lo cual se impide una gran deformación de la pieza.

Una cementación de la pieza soldada como la que se utiliza en las ruedas dentadas de gran engranaje configuradas de una sola pieza, no se aplica en el caso de ruedas dentadas híbridas de gran engranaje debido a las elevadas tensiones internas que se introducen por medio del proceso de soldadura con electrodo de fundición. En ruedas dentadas de gran engranaje, una deformación relativamente pequeña de la pieza, a causa de las dimensiones relativamente grandes de la rueda dentada, en particular el gran diámetro, ya conduce a divergencias de forma considerablemente mayores que en el caso de pequeñas ruedas dentadas. La deformación a causa de la relajación de tensiones internas y de la deformación de temple serían acumulativamente tan grandes que se requeriría una laboriosa mecanización posterior en el estado endurecido de la pieza. Esto, sin embargo, no es deseable, ya que provoca considerables costes. Correspondientemente, la corona dentada en las ruedas dentadas de gran engranaje conocidas siempre está fabricada de acero bonificado.

Una desventaja de las ruedas dentadas híbridas de gran engranaje actualmente asequibles, respecto a las ruedas dentadas de gran engranaje configuradas de una sola pieza consiste en que solo pueden emplearse para cargas superficiales de bajo valor, ya que las coronas dentadas bonificadas presentan una menor capacidad de carga que las coronas dentadas cementadas. Mientras que la resistencia de flancos en ruedas dentadas híbridas de gran engranaje se sitúa en el intervalo de aproximadamente 600 - 800 N/mm², ruedas dentadas de gran engranaje cementadas y configuradas de una sola pieza disponen de una resistencia de flancos de aproximadamente 1500 N/mm², con carbonitruración de hasta 1700 N/mm². Otra desventaja consiste en que los procedimientos de soldadura anteriormente descritos presentan un carácter marcadamente manual, motivo por el que solo pueden emplearse de manera económica en la fabricación en pequeñas series. A este respecto, un registro de datos procesuales durante la fabricación en serie no es actualmente estado de la técnica y solo se pueden documentar por medio de controles de calidad posteriores.

En el caso de ruedas dentadas pequeñas, divergencias provocadas por una deformación de la pieza provocan, debido a las dimensiones, menores divergencias de forma que en ruedas dentadas de gran engranaje, motivo por el que la problemática explicada para ruedas dentadas híbridas de gran engranaje respecto a la deformación introducida en la pieza por la soldadura y endurecimiento en este caso solo desempeña un papel subordinado, en particular si a este respecto solo se requieren calidades de estructura dentada de bajo valor debido a un uso en el contexto de la resistencia a la fatiga. Este es el caso en aplicaciones de engranaje móviles como, por ejemplo, en coches y vehículos utilitarios.

El documento DE 911500 C (Licentia GmbH) del 17-05-1954, que representa el estado de la técnica más próximo, desvela una rueda dentada grande para engranajes ferroviarios eléctricos en la que la corona dentada está compuesta por un anillo forjado, fabricado sin fin, mientras que el cuerpo de rueda y el buje están fabricados de un material de menor valor, por ejemplo, chapa de acero o acero SM, y efectuándose la unión de la rueda dentada con el cuerpo de rueda mediante soldadura, caracterizada por que se utiliza un material de corona dentada que debe endurecerse con no más de un 0,2 % de contenido de carbono, y por que la cementación se efectúa tras la soldadura sin que la calidad de la soldadura se vea perjudicada.

El artículo Ehrhardt: "Elektronenstrahlschweißen ermöglicht neue Fertigungstechnologien", *Fertigungstechnik und Betrieb*, tomo 28, año 1978, cuaderno 5, páginas 299-302, desvela que la soldadura por haz de electrones ha conquistado un lugar permanente en la técnica de soldar. Una particularidad de la soldadura por haz de electrones es que se puede conseguir una menor deformación.

Partiendo de este estado de la técnica, es un objetivo de la presente invención crear un procedimiento económico para la fabricación de una rueda dentada de gran engranaje, así como una rueda dentada de gran engranaje que presente un bajo peso neto y que esté diseñada para cargas muy elevadas.

Para resolver este objetivo, la presente invención crea un procedimiento para la fabricación de una rueda dentada de gran engranaje que está compuesta por varios componentes individuales y que presenta las etapas consecutivas:

- a) disposición de los componentes individuales, que comprenden al menos un buje, una rueda lenticular y una corona dentada fabricada de acero de cementación,
 - 5 b) mecanización suave al menos parcial de los componentes individuales,
 - c) unión de los componentes individuales utilizando una soldadura por radiación,
 - d) cementación de los componentes individuales unidos entre sí y
 - e) tratamiento de temple al menos de la rueda dentada en el que se configura la rueda lenticular asimétricamente.
- 10 La presente invención se basa en el conocimiento sorprendentemente obtenido de que la combinación de una soldadura por radiación y una cementación solo acarrea una pequeña deformación de la pieza que puede ser compensada con poco esfuerzo en el marco de la subsiguiente etapa de mecanización dura sin que para ello deba dejarse una gran sobremedida. La solicitante parte de que las tensiones internas que son introducidas por la soldadura por radiación en la pieza son tan bajas que pueden eliminarse por completo durante la cementación.
- 15 Correspondientemente, únicamente queda la deformación de la pieza concomitante a la cementación, que es equiparable a la correspondiente deformación en la fabricación de ruedas dentadas de gran engranaje configuradas de una sola pieza y puede controlarse correspondientemente. Esta deformación, puede modificarse, además, de acuerdo con la invención, por medio del diseño claramente más flexible de la construcción del cuerpo de rueda de tal modo que se produzcan menores deformaciones.
- 20 La presente invención crea, por tanto, un procedimiento, en el que se fabrica una rueda dentada de gran engranaje híbrida, cementada, que reúne las ventajas de las ruedas dentadas de gran engranaje híbridas conocidas y las ventajas de las ruedas dentadas de gran engranaje configuradas de una sola pieza conocidas. Gracias a la configuración híbrida, se obtiene con menor empleo de material una rueda dentada de gran engranaje con menor peso neto. Gracias a la cementación, se realizan resistencias de flancos de al menos 1250 N/mm², preferentemente de 1500 a 1700 N/mm².
- 25 Además, la soldadura por radiación y, por tanto, el propio procedimiento de acuerdo con la invención sirve para la fabricación en serie y está en condiciones de registrar documentación procesual del proceso de unión. La soldadura por radiación es un procedimiento comparativamente apto para la fabricación en serie, ya que se puede automatizar, pero en particular se puede equipar de manera sencilla con una supervisión de datos procesuales. Estos son requisitos específicos del campo de la gestión de calidad que se pueden reproducir de manera sencilla con este proceso.
- 30 La presente invención aprovecha a este respecto el hecho de que ya son asequibles cámaras de vacío suficientemente grandes para emplear la soldadura por radiación para la fabricación ventajosa de ruedas dentadas de gran engranaje. Además, mediante la nueva utilización de la soldadura por radiación se obtiene la posibilidad de coordinar entre sí aspectos de la técnica de fabricación y la preparación de soldaduras de tal modo que se ofrezcan ventajas para el montaje y el proceso de torneado. Además, la modificación de la rigidez de la corona soldada actúa positivamente y, al mismo tiempo, puede combinarse con una técnica de fabricación apta para series, ya que resulta económica.
- 35 Mediante la cementación, que comprende las etapas de procesamiento carburación, endurecimiento y recocido, se obtiene una resistencia máxima de flancos y de raíz. Según el actual estado de la técnica, solo se pueden obtener con una cementación de este tipo la densidad de potencia y seguridad específicas más elevadas como pueden requerirse en grandes engranajes de gran carga, en ciertas circunstancias, de marcha lenta.
- 40 Preferentemente, en la etapa c) se emplea como soldadura por radiación el procedimiento de soldadura por haz de electrones. La soldadura por haz de electrones, que es apropiada para la fabricación en serie, se considera comparativamente como extremadamente baja en deformaciones. Debido a ello, pueden obtenerse resultados particularmente buenos.
- 45 De acuerdo con otro diseño de la invención, se puede aplicar así mismo sorprendentemente la soldadura por láser en vacío o vacío parcial. En este caso, la ventaja adicional reside en una cámara de vacío más económica, ya que deben alcanzarse presiones de vacío de menor valor que en la soldadura por haz de electrones.
- 50 De acuerdo con un diseño del procedimiento de acuerdo con la invención, en el marco de la mecanización dura realizada en la etapa e), se efectúa un torneado duro y rectificado de engranajes. De esta manera, puede fabricarse una estructura dentada de la mayor calidad.

Ventajosamente, la rueda lenticular está provista de al menos una escotadura dispuesta excéntricamente, en particular de varias escotaduras dispuestas excéntricamente. Tales escotaduras proporcionan una buena penetración de los gases de carburación y del agente de enfriamiento, así como salida de vapor y capacidad de enjuague y capacidad de limpieza.

- 5 De acuerdo con un diseño del procedimiento de acuerdo con la invención, mediante un diseño asimétrico de la rueda lenticular, se ajusta la deformación de la rueda dentada de gran engranaje. Por tanto, mediante un diseño asimétrico del cuerpo de rueda se influye en la deformación de la rueda dentada, es decir, que el diseño de la construcción de rueda hace posible influir en las deformaciones. La construcción del cuerpo de rueda puede diseñarse de tal modo que se produzcan menores deformaciones. Eso puede obtenerse, por ejemplo, mediante un contorno de las escotaduras divergente de la forma circular. También es posible que las ruedas lenticulares estén provistas en cada caso de escotaduras dispuestas excéntricamente, presentando las escotaduras en cada caso formas diferentes y estando dispuestas distribuidas asimétricamente en las ruedas lenticulares. La deformación de la pieza, inevitable durante la cementación, puede minimizarse mediante una adecuada selección de la forma y la posición de las escotaduras. Estas escotaduras proporcionan una penetración adecuada con gases de carburación durante la carburación. Además, el medio de enfriamiento se distribuye durante el proceso de enfriamiento uniformemente de tal modo que es posible la distribución de temperatura de manera uniforme en las zonas individuales de la rueda dentada de gran engranaje durante la refrigeración o enfriamiento, por medio de lo cual se contrarresta de manera efectiva una deformación de la pieza debido a diferencias de temperatura locales. El hecho de que el perfil de temperatura, influido por nervaduras asimétricas, actúe reduciendo la deformación con respecto a la corona dentada durante el enfriamiento, lleva a ruedas dentadas que se pueden fabricar de manera rentable, ya que el posterior rectificado, que constituye una parte considerable de los costes, se reduce esencialmente.

- De acuerdo con la invención, la rueda lenticular se configura asimétricamente para adaptar en particular la rigidez de la rueda dentada de gran engranaje a cargas específicas de la aplicación y para influir en el comportamiento de carga. De esta manera, puede obtenerse un comportamiento de carga uniforme en una amplia zona de carga. De esta manera, por ejemplo, puede elevarse el grosor de la corona dentada en un lado con respecto al otro con el fin de la rigidización.

De acuerdo con un diseño del procedimiento de acuerdo con la invención, los componentes individuales presentan dos ruedas lenticulares que están dispuestas axialmente a distancia entre sí.

Las ruedas lenticulares pueden unirse entre sí con el fin de la rigidización por medio de rigidizadores tubulares.

- 30 Ventajosamente, ambas ruedas lenticulares se montan desde un lado con respecto a la corona dentada y esta corona dentada es mecanizada interiormente con anterioridad en la etapa b) también desde el mismo lado en una sujeción para que los dos discos se alineen entre sí en su asiento en la corona dentada. Un cambio de sujeción con mecanización desde los dos lados haría esto más difícil. Correspondientemente, se puede prescindir ventajosamente de un cambio de sujeción de la pieza de trabajo durante la fabricación, por medio de lo cual el desarrollo del procedimiento se configura de manera más sencilla y económica. La soldadura se efectúa, pues, a ambos lados en dirección de soldadura, véase a este respecto también la figura 5. Con ello, mediante la nueva utilización de la soldadura por radiación, se da la posibilidad de coordinar aspectos de la técnica de fabricación y la preparación de soldaduras de tal modo entre sí que se obtengan ventajas para el montaje y el proceso de torneado.

- 40 De acuerdo con un diseño del procedimiento de acuerdo con la invención, mediante configuración asimétrica del grosor de la rueda dentada, se ajusta la rigidez de la rueda dentada de gran engranaje, por medio de lo cual se puede obtener un comportamiento de carga uniforme en una amplia zona de carga. La configuración asimétrica de las coronas permite una modificación del comportamiento de carga de engranaje debido al modo de construcción híbrido. Además, por primera vez la soldadura por radiación, gracias a que no es necesaria la preparación de uniones en V, permite aprovechar las libertades constructivas del guiado fino del cordón de soldadura. Mediante reducción local del grosor de corona dentada en las zonas de borde, se pueden evitar en particular soportes de esquina. Otros detalles sobre la modificación del grosor de la corona dentada se describen en relación con las figuras 4 a 6.

- 50 Preferentemente, de acuerdo con un diseño del procedimiento de acuerdo con la invención, observado en dirección de soldadura, el extremo posterior de al menos un punto de unión de soldadura es formado por un saliente que sobresale radialmente y que es parte de uno de los componentes que deben soldarse entre sí. Un saliente de este tipo en el extremo de un punto de unión de soldadura sirve como apoyo de baño de soldadura y simplifica la ejecución del procedimiento de soldadura.

- 55 Para resolver el objetivo mencionado al principio, la presente invención crea, además, una rueda dentada de gran engranaje que está fabricada de varios componentes individuales soldados entre sí que comprenden al menos un buje, una rueda lenticular y una corona dentada cementada, estando fabricada la rueda dentada en particular según un procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes. En este punto sea indicado de nuevo que por el término de rueda dentada de gran engranaje en el sentido de la presente invención se entiende una rueda dentada

con un diámetro exterior de más de 600 mm. Como ventajas esenciales de la rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con la invención deben nombrarse en particular el bajo peso neto con bajo empleo de material y la elevada resistencia de flancos de 1250 N/mm^2 y más, preferentemente más de 1500 N/mm^2 , gracias a lo que la rueda dentada es apropiada para engranajes grandes que deben resistir las más elevadas cargas como, por ejemplo, engranajes de aerogeneradores o similares.

La rueda lenticular está provista preferentemente de al menos una escotadura dispuesta excéntricamente, en particular de varias escotaduras dispuestas excéntricamente que en particular presenta/presentan un contorno divergente de la forma circular. Tales escotaduras apoyan y facilitan, como ya se ha descrito anteriormente, el proceso de endurecimiento y limpieza.

Ventajosamente, la corona dentada comprende una sección de unión con una superficie de unión a lo largo de la cual se suelda la corona dentada con la rueda lenticular, y una sección de corona dentada en la que está configurada la estructura dentada, estando previsto entre la sección de unión y la sección de corona dentada al menos un radio de transición que está dispuesto a distancia respecto al cordón de soldadura que debe unir entre sí la corona dentada y la rueda lenticular. La distancia entre los radios de transición y el cordón de soldadura sirve para el desacoplamiento del efecto de entalla generado por el cordón de soldadura.

De acuerdo con un diseño de la rueda dentada de acuerdo con la invención, están previstas dos ruedas lenticulares que están dispuestas a distancia entre sí.

Las dos ruedas lenticulares están unidas entre sí preferentemente para la rigidización por medio de rigidizadores tubulares.

Otras características y ventajas de la presente invención se ponen de manifiesto con ayuda de la siguiente descripción de ejemplos de realización de la presente invención haciendo referencia al dibujo adjunto. En él, es

la figura 1, una vista lateral esquemática de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

la figura 2, una vista de sección transversal a lo largo de la rueda dentada de gran engranaje mostrada en la figura 1 a lo largo de la línea II-II de la figura 1;

la figura 3, una vista ampliada del fragmento III de la figura 2;

la figura 4, un esquema que muestra el perfil de diente de una estructura dentada oblicua de una corona dentada;

la figura 5, una vista esquemática parcial de sección transversal de una corona dentada de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención;

la figura 6, un diagrama que muestra el perfil de rigidez de la corona dentada representada en la figura 5 por la anchura de la corona dentada;

la figura 7, una vista de sección transversal esquemática aumentada de una transición entre rueda lenticular y corona dentada de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una tercera forma de realización de la presente invención, que muestra un posible apoyo de baño de soldadura;

la figura 8, una vista de sección transversal esquemática aumentada de una transición entre rueda lenticular y corona dentada de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una cuarta forma de realización de la presente invención, que muestra un posible apoyo de baño de soldadura;

la figura 9, una vista de sección transversal esquemática aumentada de una transición entre rueda lenticular y corona dentada de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una quinta forma de realización de la presente invención, que muestra un posible apoyo de baño de soldadura;

la figura 10, una vista esquemática de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una sexta forma de realización de la presente invención en la que corona dentada y rueda lenticular están soldadas radialmente entre sí;

la figura 11, una vista lateral esquemática de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con una séptima forma de realización de la presente invención.

Las figuras 1 a 3 muestran una rueda dentada 1 de gran engranaje de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. En el caso de la rueda dentada 1 de gran engranaje, se trata de una rueda dentada híbrida que está fabricada de varios componentes y, concretamente, de un buje 2, dos ruedas lenticulares 3 y 4 y una corona dentada 5, que están soldados entre sí en las posiciones indicadas con las flechas A.

El buje 2 están configurado de forma esencialmente cilíndrica y comprende un escalón 6 que sobresale radialmente y que se extiende esencialmente de manera céntrica a lo largo del perímetro del buje 2 y que sirve como tope para el posicionamiento de las ruedas lenticulares 3 y 4.

5 Las ruedas lenticulares 3 y 4 están provistas en cada caso de escotaduras 7 dispuestas excéntricamente. Las escotaduras 7 presentan en cada caso diferentes formas y están dispuestas distribuidas asimétricamente en las ruedas lenticulares 3 y 4, como se representa en la figura 1.

10 La corona dentada 5 está fabricada y cementada de un acero de cementación. Comprende una sección de unión 8 y una sección de corona dentada 9, configurada con esta de una sola pieza, que están unidas entre sí por medio de un radio 10 de transición. La sección de unión está provista de dos superficies 11 y 12 de unión con forma anular a lo largo de las cuales la corona dentada 5 está soldada con las ruedas lenticulares 3 y 4. Entre las superficies 11 y 12 de unión se extiende un escalón 13 que sobresale radialmente hacia dentro y que sirve como tope para las ruedas lenticulares 3 y 4. La medida a indicada en la figura 3 designa la distancia radial entre el radio 10 de transición y las superficies 11 y 12 de unión o los cordones de soldadura previstos en ese lugar. La distancia a debe seleccionarse con tal tamaño que quede desacoplado de manera segura el efecto de entalla que se genera por los cordones de soldadura previstos como cordones redondos cerrados. La medida b indicada en la figura 3 designa el grosor mínimo de corona de las ruedas lenticulares 3 y 4 para la realización de un cordón de soldadura térmicamente soportable a lo largo de las escotaduras 7 previstas en las ruedas lenticulares 3 y 4 para garantizar una disipación de calor ampliamente sin estorbos y simétrica.

20 En el caso de la medida c en la figura 3, se trata de la diferencia entre la altura radial del escalón 13 de corona de la rueda dentada 5 y el grosor mínimo b de corona de las ruedas lenticulares 3 y 4 que es necesario para formar una estructura que permita el paso y la salida para los medios utilizados en la cementación, como se describe con más detalle a continuación.

Las medidas a, b y c se seleccionan en el marco de la construcción sobre la base de un correspondiente cálculo.

25 La rueda dentada 1 de gran engranaje representada en las figuras 1 a 3, se fabrica de acuerdo con una forma de realización de un procedimiento de acuerdo con la invención del siguiente modo. En una primera etapa, se proporcionan los componentes individuales, es decir, el buje 2, las dos ruedas lenticulares 3 y 4 y la corona dentada 5. En otra etapa, se efectúa una mecanización suave de los componentes individuales. En este sentido, el buje 2 es sometido a una mecanización de torneado. Después, la corona dentada 5 es provista de su estructura dentada, lo que puede efectuarse, por ejemplo, en el contexto de una mecanización con fresa-madre. A continuación, las ruedas lenticulares 3 y 4 son insertadas o presionadas entre buje 2 y corona dentada 5. En este caso, deben utilizarse ajustes con apriete ligeros de las ruedas lenticulares 3 y 4. Los radios en los escalones de las superficies de ajuste para los discos en la zona de superficie de tope radial y axial deben considerarse de acuerdo con el bisel interior del disco que debe introducirse. Los discos tienen, además, de manera ventajosa interiormente un radio mayor que el lado situado exteriormente en el que se va a soldar. La preparación del cordón de soldadura, sin embargo, debería efectuarse teniendo en cuenta los costes y evitarse escalones innecesarios. En otra etapa, se unen entre sí los componentes individuales en las posiciones indicadas con las flechas A utilizando una soldadura por radiación, tratándose en el caso de la soldadura por radiación preferentemente de un procedimiento de soldadura por haz de electrones. Alternativamente, también puede utilizarse un procedimiento de soldadura por láser en vacío o vacío parcial.

40 A continuación, la rueda dentada 1 de gran engranaje es cementada en el estado soldado, por medio de lo cual la corona dentada 5 alcanza una resistencia de flancos de 1250 N/mm², preferentemente de 1500 N/mm², o más. Después, sigue una mecanización dura en cuyo marco se rectifica al menos la corona dentada 5. Además, puede seguir también, sin embargo, una mecanización dura del buje 2 y/o de las ruedas lenticulares 3 y 4, por ejemplo, en el marco de una mecanización de torneado duro.

45 Una ventaja esencial del procedimiento descrito consiste en que al soldar por radiación los componentes individuales se introduce solo poco calor en la pieza, lo que hace que las tensiones internas inducidas por el procedimiento de soldadura sean relativamente reducidas en comparación con los procedimientos de soldadura utilizados convencionalmente con electrodo de fundición. Correspondientemente, estas pueden eliminarse mediante el tratamiento térmico que se efectúa durante la cementación (recocido de eliminación de tensiones). Mediante correspondiente selección de la medida a, es decir, de la distancia de los radios 10 de transición hasta los cordones de soldadura o superficies 11 y 12 de unión, además se desacopla el efecto de entalla. Gracias a la cementación, se otorga a la corona dentada 5 una resistencia de flancos muy alta, de tal modo que la rueda dentada 1 de gran engranaje puede resistir las cargas más elevadas. La deformación que no puede evitarse durante la cementación se minimiza mediante correspondiente selección de la forma y la posición de las escotaduras 7. Estas escotaduras 7 proporcionan una penetración adecuada con gases de carburación durante la carburación. Además, el medio de enfriamiento se distribuye durante el proceso de enfriamiento uniformemente de tal modo que es posible de manera uniforme la distribución de temperatura en las zonas individuales de la rueda dentada 1 de gran engranaje durante la refrigeración o enfriamiento, por medio de lo cual se contrarresta de manera efectiva una deformación de la pieza

debida a diferencias de temperatura locales. Además, por medio de las escotaduras 7 se mejora también la capacidad de limpieza de la rueda dentada 1 de gran engranaje. Debe estar claro que las escotaduras 7 también pueden estar configuradas y dispuestas de distinta manera. Por ejemplo, también puede elegirse una distribución simétrica de escotaduras 7 circulares si de este modo resulta una pieza con poca deformación.

- 5 Otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención consiste en que la mecanización dura puede realizarse con relativamente poco esfuerzo debido a la reducida deformación de la pieza durante las etapas de procedimiento previas, motivo por el cual los costes para la mecanización dura son relativamente bajos.

10 Quede claro que a las etapas de procedimiento anteriormente descritas pueden seguir otras para el control de calidad. Además, sea indicado que la rueda dentada 1 de gran engranaje también puede presentar una única rueda lenticular.

15 La figura 4 muestra esquemáticamente el perfil de diente 14 de una estructura dentada oblicua de una corona dentada 15 en vista superior y en vista lateral. La rueda dentada 15 motriz se engrana durante el funcionamiento con el borde 16 dentado más puntiagudo en la rueda accionada (no mostrada). Este borde 16 dentado es por principio menos rígido que el borde 17 dentado angulado de manera roma situado opuestamente. El patrón de contacto de la estructura dentada oblicua se mueve con carga creciente del borde 16 dentado al borde 17 dentado y se optimiza de acuerdo con una corrección topográfica especial en el patrón de contacto.

20 El comportamiento de carga de ruedas dentadas es solapado, en particular con materiales de rueda dentada de alta resistencia, cementados, que permiten un elevado aprovechamiento de carga, por una deformación notable de los componentes de engranaje y componentes elásticos. También la flexión en las cabezas de diente asciende por regla general a un múltiplo de las divergencias de forma en el diente condicionadas por la fabricación.

25 La carga provoca, además, flexiones y torsiones de eje de piñón y de rueda, cuerpo de piñón y de rueda lenticular, así como descensos de cojinete y deformaciones de carcasa. De ello resultan posiciones desviadas de los flancos dentados que muchas veces son mayores que las divergencias de líneas de flanco condicionadas por la fabricación. Con ello, se produce una carga irregular de la superficie de la estructura dentada en altura y anchura, lo que influye desfavorablemente tanto en la capacidad de carga como en el comportamiento acústico.

Para restablecer la elevada capacidad de carga de ruedas dentadas de alta resistencia y reducir el desarrollo de ruido aumentado, se fabrican divergencias precisas de la evolvente (modificación de altura) y de la línea de flanco teórica (modificación de anchura) para obtener así bajo carga de nuevo geometrías prácticamente ideales con distribución de carga uniforme.

30 En el cálculo de las modificaciones de altura y anchura, debe tenerse en cuenta la zona de influencia total de la subestructura. La cadena de deformación debe tenerse en cuenta en la rueda dentada, el eje, el alojamiento, la carcasa y la unión de la carcasa con el eje principal. Mediante modificación de altura en la cabeza de diente o también en la raíz de diente, así como mediante modificación de flancos o modificación de anchura, la evolvente se solapa con una forma de corrección que debe permitir una carga uniforme de los dientes y la eliminación de la concentración de carga en los extremos de diente en desplazamientos de eje. Estas influencias se calculan en los componentes individuales y después se trasladan sumadas como interfaz al subsiguiente diseño de estructura dentada y deben tenerse en cuenta también los correspondientes puntos de unión de las ruedas dentadas de gran engranaje soldadas. Deben considerarse en particular la deformación de eje, la deformación de cojinete, la observación de tolerancias de fabricación, la deformación de la estructura dentada, así como la deformación de las ruedas lenticulares unidas. Por ello, otro problema consiste en tener en cuenta de manera explícita la deformación de la rueda dentada de gran engranaje soldada precisamente en ruedas dentadas de alta carga.

45 Las figuras 5 y 6 muestran una variación de rigidez generable de acuerdo con la invención. Gracias a una elevación del grosor de corona dentada hacia un lado, se puede manipular de acuerdo con la invención la rigidez para el fundamento de la rueda dentada. Esta puede ser aparejada contrariamente para la rueda motriz, así como para la rueda accionada, de tal modo que se efectúe un solapamiento con la corrección de forma de las estructuras dentadas para un comportamiento de carga más uniforme en una zona de carga más ancha. La figura 5 muestra una corona dentada 20 soldada con ruedas lenticulares 18 y 19, en cuyo caso se trata de la corona dentada 15 representada en la figura 4 de la rueda motriz en el estado modificado. Una ventaja de esta modificación de acuerdo con la invención consiste en que las zonas marginales de la estructura dentada de la rueda dentada 20 son apoyadas de manera más suave debido al grosor de corona dentada localmente reducido para evitar soportes de esquina, es decir, una carga desproporcionada y dañina solo sobre los bordes. Además, las interfaces entre las ruedas lenticulares 18 y 19 y la corona dentada 20 tienen buen acceso debido a la reducción del grosor de corona dentada en las zonas de borde situadas radialmente en el interior de la rueda dentada 20, por medio de lo cual se posibilita de manera positiva un acoplamiento de la radiación de soldadura en dirección de las flechas A. Otro efecto positivo consiste en que es posible una mecanización de torneado desde un solo lado de la rueda dentada 20 durante la mecanización suave, por medio de lo cual se evita un laborioso cambio de sujeción de la pieza.

Las figuras 7 a 9 muestran vistas de sección transversal esquemáticas aumentadas de transiciones entre rueda lenticular y corona dentada de una rueda dentada de gran engranaje de acuerdo con diferentes formas de realización de la presente invención que muestran posibles variantes de apoyos de baño de soldadura.

- 5 La figura 7 muestra una corona dentada 21 que está soldada con una rueda lenticular 22. Para la consecución de un apoyo de baño de soldadura interior, la rueda lenticular 22 está provista en su extremo posterior -observado en dirección de soldadura (flecha A)- a lo largo de su perímetro exterior de un saliente 22a perimetral que sobresale radialmente hacia fuera y que penetra en una entalladura correspondientemente configurada que está configurada perimetralmente en el extremo posterior del perímetro interior de la rueda dentada 21.
- 10 La figura 8 muestra una corona dentada 23 que está soldada con una rueda lenticular 24, estando seleccionada de mayor tamaño la anchura de la rueda lenticular que la anchura de la rueda dentada 23. Para la consecución de un apoyo de baño de soldadura externo, la rueda lenticular 24 está provista en un extremo posterior -observado en dirección de soldadura (flecha A)- a lo largo de su perímetro posterior de un saliente 24a que sobresale radialmente hacia fuera y que rodea la corona dentada 23 por el lado posterior.
- 15 La figura 9 muestra una corona dentada 26 que está soldada con una rueda lenticular 27. La rueda lenticular 27 está provista a lo largo de su perímetro exterior de un escalón 28 que sobresale axialmente a ambos lados y en cuyo extremo posterior -observado en dirección de soldadura (flecha A)- está configurado un saliente 28a que sobresale radialmente hacia fuera y que rodea la corona dentada 26 por el lado posterior. También la corona dentada 26 está provista a lo largo de su perímetro interior de un escalón 30 que sobresale axialmente hacia delante (en contra de la dirección de soldadura) y que esencialmente se alinea en dirección radial con el escalón 28 de la rueda lenticular 27.
- 20 Tras la soldadura de la rueda dentada 26 y de la rueda lenticular 27, los escalones 28 y 30 pueden ser girados de tal modo que la corona dentada 27 y la rueda lenticular 26 se prolonguen una en otra de manera alineada.
- 25 La figura 10 es una vista esquemática de una rueda dentada 31 híbrida de gran engranaje de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención que también está fabricada de un buje 32, dos ruedas lenticulares 33 y 34 y una corona dentada 35. Mientras que el buje 32 está soldado en dirección axial con las ruedas lenticulares 33 y 34 como en las anteriores formas de realización, las ruedas lenticulares 33 y 34 en esta forma de realización están soldadas con la corona dentada 35 en dirección radial. Debe quedar claro que, para los cordones de soldadura, mediante la correspondiente configuración del buje 32, de las ruedas lenticulares 33 y 34 y de la rueda dentada 35 también están previstos apoyos de baño de soldadura, aunque esto no está representado en la reproducción esquemática de acuerdo con la figura 10.
- 30 La figura 11 muestra una vista lateral esquemática de una rueda dentada de gran engranaje 36 de acuerdo con otra forma de realización no de acuerdo con la invención. En el caso de la rueda dentada de gran engranaje 36 se trata también de una rueda dentada híbrida compuesta de un buje 37, dos ruedas lenticulares 38 y 39 y una corona dentada 40 que están soldados entre sí. La estructura de la rueda dentada de gran engranaje 36 se corresponde esencialmente con la de la rueda dentada 1 de gran engranaje representada en las figuras 1 a 3. Al contrario que en
- 35 la rueda dentada 1 de gran engranaje, en la rueda dentada 31 las escotaduras 41 están dispuestas, sin embargo, simétricamente y presentan una forma circular. Además, están previstos rigidizadores 42 tubulares que se extienden axialmente y que unen entre sí las ruedas lenticulares 38 y 39, por medio de lo cual la construcción se rigidiza adicionalmente. Por lo demás, las construcciones de las ruedas dentadas de gran engranaje 1 y 36 se corresponden entre sí.
- 40 Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita con más detalle mediante el ejemplo de realización preferente, la invención no queda restringida por los ejemplos desvelados y otras variaciones pueden ser deducidas a partir de ello por el experto en la materia sin por ello abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una rueda dentada (1; 31; 36) de gran engranaje compuesta de varios componentes individuales, que presenta las etapas consecutivas:
 - f) disposición de los componentes individuales, que comprenden al menos un buje (2; 32; 37), una rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34; 38, 39) y una corona dentada (5; 20; 21; 23; 26; 35; 40) fabricada de acero de cementación,
 - g) mecanización suave al menos parcial de los componentes individuales,
 - h) unión de los componentes individuales utilizando una soldadura por radiación,
 - i) cementación de los componentes individuales unidos entre sí y
 - j) tratamiento de temple al menos de la rueda dentada (5; 20; 21; 23; 26; 35; 40) en el que se configura la rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34) asimétricamente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa c) se utiliza como soldadura por radiación el procedimiento de soldadura por haz de electrones.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa c) se utiliza como soldadura por radiación la soldadura por láser.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que en la etapa c) se aplica la soldadura por láser en vacío o vacío parcial.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, en el marco del tratamiento de temple realizado en la etapa e), se efectúa un torneado duro y rectificado de engranajes.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34; 38, 39) está provista al menos de una escotadura (7; 41) dispuesta excéntricamente, en particular de varias escotaduras (7; 41) dispuestas excéntricamente.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, mediante el diseño asimétrico de la rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34; 38, 39), se ajusta la deformación de la rueda dentada (1; 31; 36) de gran engranaje.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que mediante la configuración asimétrica del grosor de la rueda dentada (20) se ajusta la rigidez de la rueda dentada de gran engranaje.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que los componentes individuales presentan dos ruedas lenticulares (3, 4; 18, 19; 33, 34; 38, 39) que están dispuestas axialmente a distancia entre sí, y en el que las dos ruedas lenticulares están montadas por un lado respecto a la corona dentada y, en la etapa b), son mecanizadas suavemente por el mismo lado.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, observado en dirección de soldadura, el extremo posterior de al menos un punto de unión de soldadura está formado por un saliente (22a; 24a; 28a) que sobresale radialmente y que es parte de uno de los componentes (22; 24; 27) que deben soldarse entre sí.
11. Rueda dentada (1; 31; 36) de gran engranaje que está fabricada de varios componentes individuales soldados entre sí que comprende el al menos un buje (2; 32; 37), una rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 33, 34; 38, 39) que está configurada asimétricamente, y una corona dentada (5; 20; 21; 23; 26; 35; 40) cementada, estando fabricada la rueda dentada de gran engranaje (1; 31; 36) según un procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.
12. Rueda dentada de gran engranaje (1; 31; 36) según la reivindicación 11, caracterizada por que la rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34; 38, 39) está provista de al menos una escotadura (7; 41) dispuesta excéntricamente, en particular de varias escotaduras (7; 41) dispuestas excéntricamente, que presenta/presentan en particular un contorno divergente de una forma circular.
13. Rueda dentada de gran engranaje (1; 31; 36) según la reivindicación 11 o 12, caracterizada por que la corona dentada (5; 20; 21; 23; 26; 35; 40) presenta una sección de unión (8) con una superficie de unión (11, 12), a lo largo de la cual la corona dentada (5; 20; 21; 23; 26; 35; 40) está soldada con la rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34; 38, 39), y una sección de corona dentada (9) en la que está formada la estructura dentada, estando previsto entre la sección de unión (8) y la sección de corona dentada (9) al menos un radio (10) de transición que está dispuesto a distancia (a) respecto al cordón de soldadura que une entre sí la corona dentada y la rueda lenticular (3, 4; 18, 19; 22; 24; 27; 33, 34; 38, 39).

14. Rueda dentada de gran engranaje (1; 31; 36) según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizada por que están previstas dos ruedas lenticulares (3, 4; 18, 19; 33, 34; 38, 39) que están dispuestas a distancia entre sí.

FIG 1

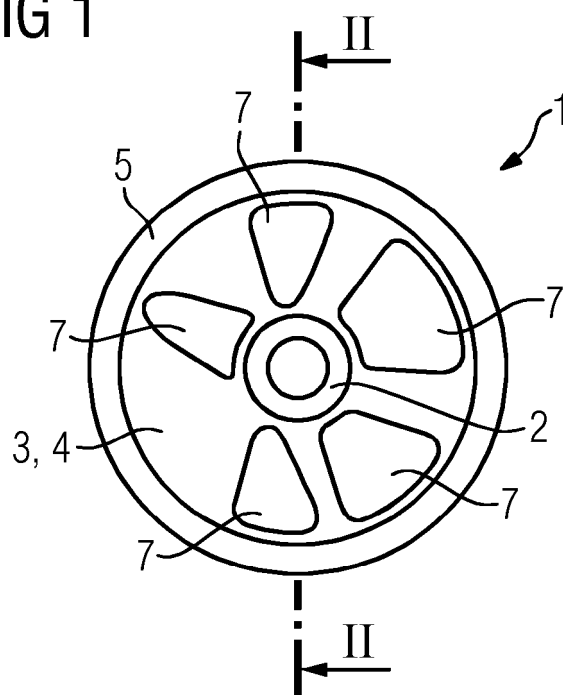


FIG 2

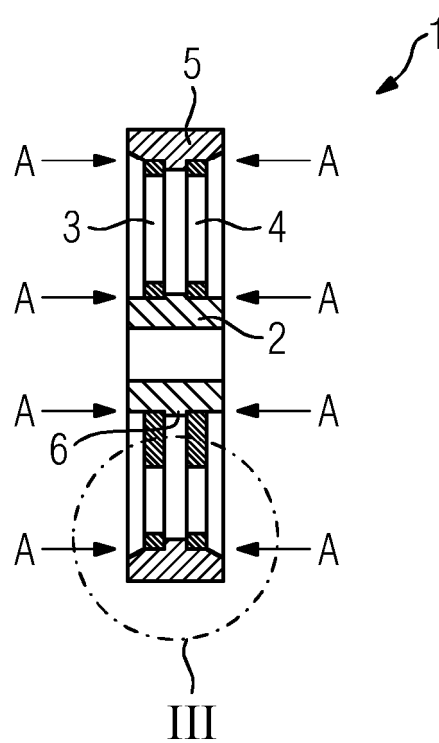


FIG 3

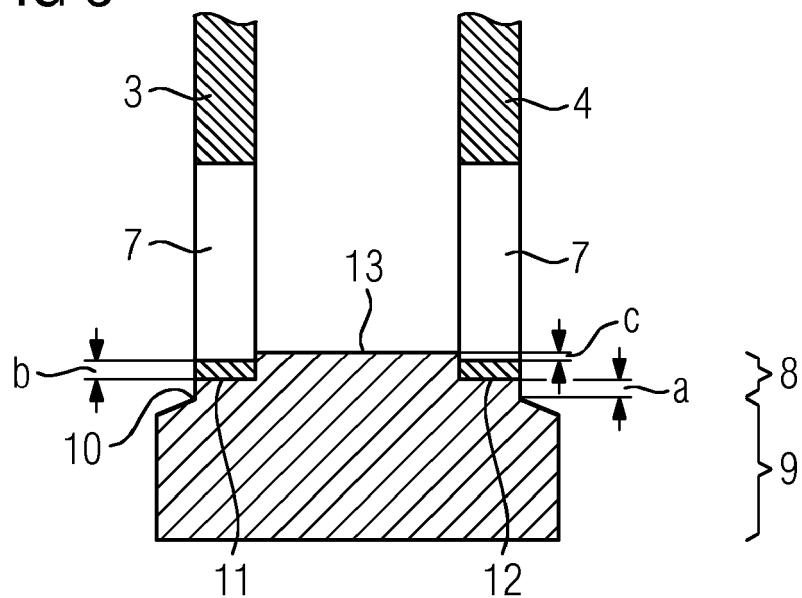


FIG 4

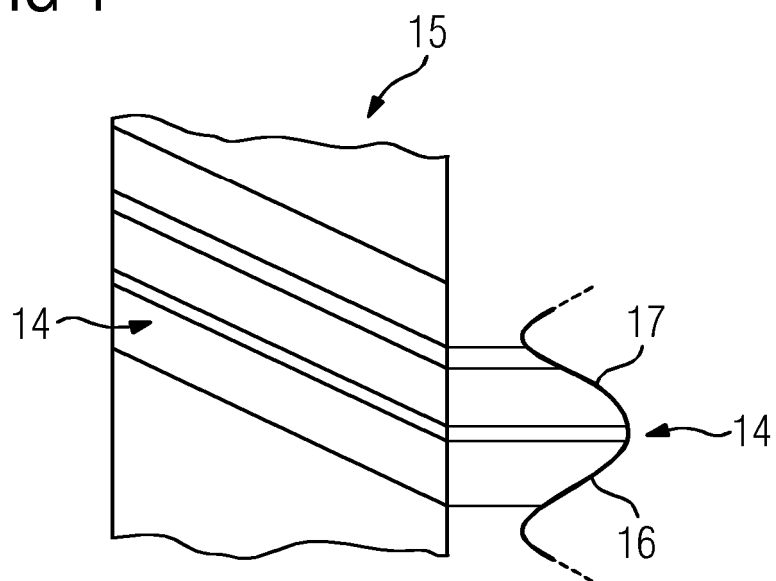


FIG 5

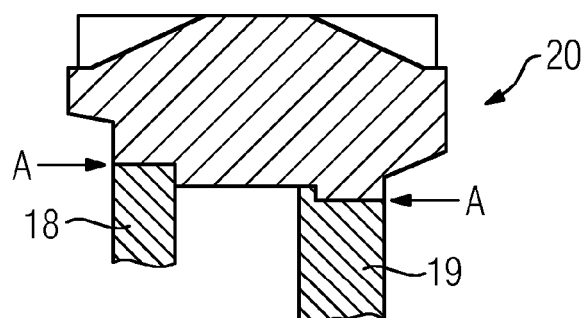


FIG 6

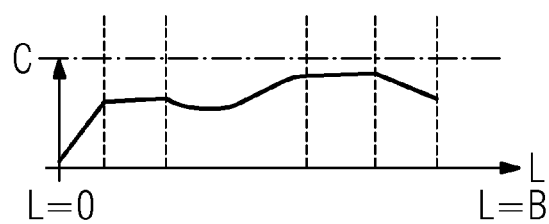


FIG 7

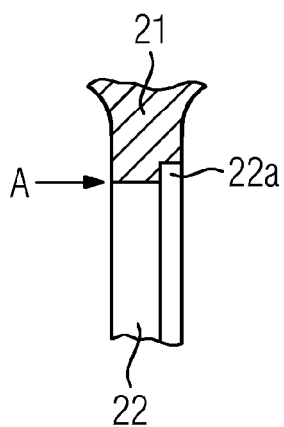


FIG 8

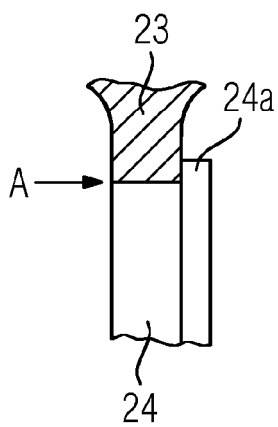


FIG 9

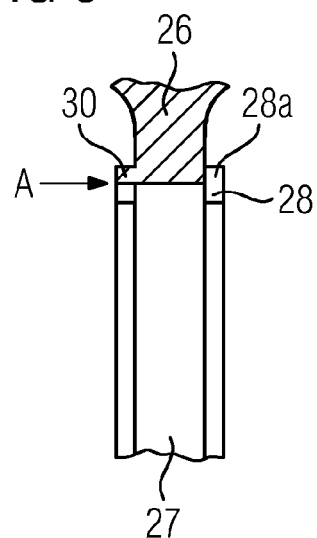


FIG 10

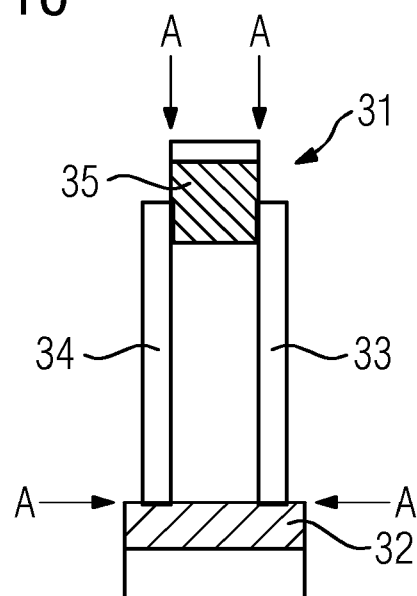


FIG 11

