



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 443**

51 Int. Cl.:
B21H 5/02 (2006.01)
B22F 5/08 (2006.01)
C21D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08714300 .4**
96 Fecha de presentación : **21.03.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2131974**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el mecanizado de un dentado en una pieza sinterizada.**

30 Prioridad: **28.03.2007 AT A 484/2007**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.10.2011

73 Titular/es: **MIBA SINTER AUSTRIA GmbH**
Dr. Mitterbauer-Strasse 3
4663 Laakirchen, AT

72 Inventor/es: **Koller, Johannes;**
Pamminger, Helmut;
Rössler, Horst y
Winterbacher, Günter

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 365 443 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

Procedimiento y dispositivo para el mecanizado de un dentado en una pieza sinterizada.

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para el mecanizado de un dentado en el perímetro exterior o en el contorno interior de una pieza de polvo metálico prensado y sinterizado, conforme a los preámbulos de las reivindicaciones 1 (véase por ejemplo el documento DE-T2-69 105 749) y 12 (véase por ejemplo el documento US-A-2.325.237).

Las piezas prensadas de polvo metálico y a continuación sinterizadas presentan después de la sinterización una porosidad más o menos marcada, debido a su proceso de fabricación. Esta porosidad da lugar, especialmente en ruedas dentadas, ruedas de correa dentada o ruedas dentadas de cadena y similares a una disminución de la resistencia a la fatiga por flexión en la zona de los pies de diente y una menor resistencia al desgaste en la zona de los flancos de diente. Además, dependiendo de la composición del polvo metálico y de los parámetros del proceso durante el prensado y sinterización, las piezas sinterizadas sufren durante el proceso de sinterización una variación dimensional más o menos destacada debido a la contracción o al crecimiento. En piezas que deban cumplir unos elevados requisitos de precisión puede ser que por este motivo la precisión de medidas y formas obtenidas después del proceso de sinterización eventualmente no sea todavía suficiente. Para evitar estos inconvenientes es conocido el método de someter las piezas de polvo metálico prensado y sinterizado a un tratamiento posterior de su superficie mediante laminación. Mediante un proceso de laminación de esta clase tiene lugar por una parte una compactación de una capa superficial de la pieza sinterizada, con lo cual se incrementan tanto la resistencia a la fatiga como también la resistencia al desgaste, y por otra parte se pueden reducir de este modo las variaciones de dimensión y de forma.

Un tratamiento posterior de esta clase de las ruedas dentadas de polvo metálico prensado y sinterizado se conoce por el documento DE 69 105 749 T2. Éste describe el tratamiento de la superficie de las ruedas dentadas mediante máquinas laminadoras, con lo cual su superficie se compacta por laminación en la zona de los dientes y se consigue en una profundidad de por lo menos 380 µm una compactación del orden del 90 al 100%. En las máquinas laminadoras simples y gemelas descritas, la rueda dentada que se trata de mecanizar se apoya de forma giratoria sobre un eje fijo, y se hace engranar con ella un molde de laminación dispuesto sobre un eje móvil motorizado. De este modo los dientes del molde de laminación ruedan a lo largo de los dientes de la rueda dentada que se trata de mecanizar y compactan su superficie. Durante el proceso de laminación se aproxima el eje del molde de laminación al eje de la rueda dentada que se trata de mecanizar en dirección radial por medio de un carro móvil, hasta haber alcanzado la compactación superficial deseada.

Un inconveniente de un proceso de laminación de esta clase consiste en que la precisión de medidas y la precisión de forma de la pieza que se puede conseguir mediante el proceso de laminación depende en gran medida de la precisión de partida de la pieza sinterizada y de la precisión de medidas y precisión de forma del molde de laminación. Por ejemplo, una variación de forma de la pieza sinterizada, por ejemplo una conicidad en dirección axial, solamente se puede reducir con el procedimiento descrito mediante unas fuerzas de ajuste considerables que actúen sobre el carro móvil para que las aplique la máquina laminadora, ya que la consolidación de la superficie de la pieza que se produce por la compactación se opone a una corrección de forma que sea necesaria.

Para conseguir una mayor precisión de forma y medidas del dentado existen procedimientos en los que durante el proceso de laminación engranan con la pieza simultáneamente dos o más moldes de laminación. Los dispositivos empleados para esto son diseños especiales complejos con moldes de laminación que para adaptarse a las diferentes medidas de las piezas se pueden ajustar los unos con relación a los otros a lo largo de unas guías y mediante unos accionamientos de ajuste.

Partiendo de este estado de la técnica, el objeto de la invención es proporcionar un procedimiento para el mecanizado por laminación de un dentado de una pieza de polvo metálico prensado y sinterizado, con el cual resulte posible efectuar una corrección de las variaciones de forma y de las variaciones dimensionales en la pieza sinterizada, con unos medios sencillos.

Este objetivo de la invención se resuelve mediante un proceso que presenta las características de la reivindicación 1 y un dispositivo con las características de la reivindicación 12. La ventaja del empleo o disposición de dos ruedas laminadoras de forma en un bastidor de sujeción común, consiste en que la herramienta de laminación tiene una estructura muy sencilla y no presenta instalaciones especiales para el ajuste de las ruedas de laminación de conformación las unas respecto a las otras. Las pequeñas variaciones de forma o dimensión de una rueda laminadora de conformación se pueden reducir o compensar mediante la otra rueda de laminación de conformación, ya que la superficie de la pieza terminada de laminar resulta por así decirlo como valor medio del mecanizado realizado por las dos ruedas de laminación de perfiles. Especialmente mediante el empleo de dos ruedas de laminación de perfiles exactas en una herramienta de laminación se pueden mecanizar con ésta piezas con diámetros primitivos de diferentes dimensiones sin que sea necesario ajustar entre sí las ruedas de laminación de perfiles o los ejes de las ruedas de

laminación de perfiles. Por este motivo, el bastidor de soporte puede estar realizado de modo sencillo y robusto, por ejemplo formado por dos placas paralelas distanciadas entre sí.

Una variante del procedimiento conforme a la invención consiste en que durante el proceso de laminación entre la pieza y las ruedas de laminación del perfil se realice adicionalmente un movimiento relativo oscilante en dirección axial. El efecto de este movimiento relativo oscilante en dirección axial entre la pieza y las ruedas de laminación del perfil consisten en que se facilita de este modo considerablemente el desplazamiento de material en la superficie de la pieza durante el proceso de laminación. Además de las tensiones de compresión radiales aparecen durante el procedimiento conforme a la invención unas tensiones de cortadura axiales en la superficie de la pieza, con lo cual se aprovecha mejor la posibilidad de deformación plástica de la pieza sinterizada, y en particular resulta posible obtener en dirección axial un desplazamiento de material mejorado y con ello en conjunto una mejor compensación de las variaciones de forma e indirectamente también de las variaciones dimensionales.

La amplitud del movimiento relativo oscilante, es decir el desplazamiento axial relativo entre la pieza y la rueda de laminación del perfil puede ser en particular como mínimo de 0,5 mm, con lo cual se provoca un marcado proceso de deslizamiento en las superficies que hacen contacto entre sí y se aprovecha de modo óptimo la posibilidad de conformación plástica del material de la pieza sinterizada.

El procedimiento se puede realizar ventajosamente también de modo que durante el curso del proceso de laminación se efectúe una reducción escalonada de la separación entre un eje de giro de la pieza y de la herramienta de laminación y tengan lugar uno o varios ciclos de movimiento relativo en dirección axial entre la pieza y las ruedas de laminación del perfil. Así se puede efectuar, especialmente en el caso de una distancia entre ejes constante, un mecanizado de laminación completo de todo el dentado de la pieza manteniendo permanentemente activo el movimiento relativo una vez, antes de que tenga lugar la siguiente reducción de la separación entre ejes. Este ciclo se asemeja a la alternancia entre el movimiento de aproximación y el movimiento de avance durante el torneado longitudinal de una pieza torneada.

Con el fin de que los dientes del dentado de la pieza adquieran en ambos flancos de diente todos ellos las mismas propiedades, es ventajoso si el proceso de laminación se realiza efectuando por lo menos una inversión del sentido de giro. De este modo se asegura que en los dos flancos de diente de un diente se producen aproximadamente las mismas deformaciones plásticas, y en consecuencia se obtienen unas características geométricas y mecánicas similares.

Antes del proceso de laminación propiamente dicho, las ruedas de laminación del perfil se aproximan convenientemente en dirección radial hasta establecer contacto con la pieza, con lo cual se engrana el dentado en la pieza con el dentado del perfil de las ruedas de laminación de perfiles. Durante la aproximación axial de los dos dentados se requerirían unas disposiciones complejas para ajustar la posición de giro relativa entre la pieza y las ruedas de laminación del perfil de tal modo que no coincida el diente de una pieza con un diente de la rueda de laminación del perfil. Durante un proceso de aproximación radial, se impide en gran medida que dos cabezas de diente colisionen entre sí gracias a la libertad de giro de las ruedas de laminación del perfil en la herramienta de laminación. Como seguridad adicional para evitar una colisión de este tipo, un eje de la rueda de laminación del perfil también puede tener un apoyo desplazable y elástico con relación a la pieza, con lo cual se facilita adicionalmente el engrane mutuo del dentado.

De acuerdo con la invención se ejerce directamente sobre la pieza un par de accionamiento para el proceso de laminación por un dispositivo de accionamiento de giro. Esto tiene lugar porque un dispositivo de accionamiento de giro para efectuar el proceso de laminación está unido directamente a un alojamiento para la pieza. En este caso la herramienta de laminación no requiere ningún dispositivo de accionamiento para las ruedas de laminación del perfil y puede tener una estructura sencilla.

Mediante un asiento adecuado, el dispositivo de accionamiento de giro puede soportar al mismo tiempo la pieza y provocar el apoyo giratorio de la pieza. Las funciones de sujetar y accionar la pieza se pueden conseguir de este modo mediante un único asiento, si bien existe naturalmente también la posibilidad de sujetar la pieza en un asiento y accionarla con un dispositivo de accionamiento de giro que sea independiente del asiento.

Para el mecanizado por laminación de piezas con dentado helicoidal existe también la posibilidad de que el proceso de laminación se realice con ruedas de laminación del perfil con dentado helicoidal. En este caso los ejes de las ruedas de laminación del perfil pueden estar dispuestas paralelas al eje de giro de la pieza, igual que para el mecanizado de piezas con dentado cilíndrico recto.

Una posibilidad de conformar la forma del diente de las piezas de modo variable en anchura consiste en que los ejes de las ruedas de laminación del perfil estén inclinados respecto al eje de giro de la pieza. Así por ejemplo, la compactación del dentado de la pieza puede ser mayor en el centro de la anchura de la pieza que en las zonas del

- borde, es decir que el espesor del diente en el borde puede ser ligeramente mayor debido a la menor compactación que en el centro de la pieza. También se puede influir en la forma del diente en la pieza mediante una forma especial de las ruedas de laminación del perfil o de su dentado. Así por ejemplo, mediante una realización cuasi cóncava del dentado de las ruedas de laminación del perfil se puede provocar una forma convexa del dentado de la pieza, es decir abombada.
- 5
- El proceso de laminación se realiza ventajosamente de modo que en la superficie del dentado de la pieza tenga lugar una compactación a más del 95% de la densidad del polvo metálico sin proporción de poros, es decir de la densidad del material macizo. Con una compactación de esta clase se consigue no sólo la corrección de las variaciones de medida y de forma sino también un incremento de la resistencia del diente y de la resistencia al desgaste.
- 10
- Para generar un movimiento relativo axial antes descrito entre la pieza y las ruedas de laminación del perfil, las ruedas de laminación del perfil y/o el asiento con la pieza pueden estar realizados de modo oscilatorio mediante un dispositivo de ajuste, en una dirección al menos sensiblemente axial respecto al eje de giro.
- Para lograr una carga uniforme de las dos ruedas de laminación del perfil es ventajoso si la herramienta de laminación o el bastidor de soporte estén apoyados en un eje de giro paralelo al eje de giro del asiento o de la pieza.
- 15
- Se obtiene una forma de construcción compacta de la herramienta de laminación si la relación entre un diámetro primitivo en el dentado de una pieza que se trata de mecanizar se elige con respecto a los diámetros primitivos de las ruedas de laminación del perfil de entre un campo con un límite inferior de 1,0 y un límite superior de 3,5. Es decir, que las ruedas de laminación del perfil pueden ser menores que la pieza. Debido a las reducidas dimensiones de las ruedas de laminación del perfil no suponen tanto los mayores costes de fabricación de una realización con unas tolerancias de medida y forma menores, con lo cual se puede conseguir con unos costes de herramienta reducidos una elevada precisión de medidas y forma de las piezas. Las dos ruedas de laminación del perfil pueden presentar iguales diámetros primitivos, pero también dimensiones diferentes, tanto en lo que se refiere a sus diámetros primitivos como también en sus longitudes axiales.
- 20
- Para el diseño de las herramientas es además ventajoso si la relación entre el diámetro primitivo en las ruedas de laminación del perfil respecto a una distancia entre ejes entre los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil se elige de un campo con un límite inferior de 0,25 y un límite superior de 0,75. Junto con la relación de tamaños antes citada entre la pieza y la rueda de laminación del perfil se obtiene de este modo una disposición conveniente de la pieza entre las dos ruedas de laminación del perfil.
- 25
- También resulta una disposición geométrica favorable de una pieza respecto a las ruedas de laminación del perfil si dos planos que pasan por el eje de giro de la pieza a través de los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil encierran un ángulo elegido de entre un campo con un límite inferior de 60° y un límite superior de 170°. De este modo, incluso manteniendo constante la separación entre los ejes de las ruedas de laminación del perfil se pueden mecanizar piezas que presenten diferentes diámetros primitivos de dentado, mientras que con un ángulo de 180° es necesario ajustar la separación entre los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil.
- 30
- El procedimiento de mecanizado por laminación conforme a la invención es especialmente adecuado para dentados con tamaños de dientes pequeños, ya que en este caso el procedimiento constituye una alternativa económica respecto a los procedimientos de calibrado utilizados también para el mecanizado posterior de piezas sinterizadas. Especialmente en el caso de un número grande de dientes y unas dimensiones de diente pequeñas, y por lo tanto con unas tolerancias pequeñas, la fabricación de las herramientas de calibrado adecuadas resulta muy costosa y compleja, por lo que el procedimiento es especialmente ventajoso si el dentado de la pieza y de las ruedas de laminación del perfil presenta una altura de dientes elegida de entre un campo con un límite inferior de 0,5 mm y un límite superior de 5 mm.
- 35
- 40
- El dentado de las ruedas de laminación del perfil está realizado como perfil contrario que puede rodar con el perfil de dentado de la pieza, que puede estar realizado como perfil de correa dentada, perfil de diente de cadena o como perfil de dentado evolvente, conociéndose por el estado de la técnica un número suficiente de geometrías adecuadas para estos perfiles.
- 45
- Aunque es posible que una rueda de laminación del perfil sea más estrecha que el dentado que se trata de mecanizar en la pieza, es sin embargo ventajoso si las ruedas de laminación del perfil presentan una longitud de dentado axial que sea mayor que la longitud de dentado axial de la pieza. De este modo se tiene la seguridad de que durante el movimiento axial relativo no tiene lugar ningún arranque de material sinterizado por rasquetado causado por los bordes frontales de las ruedas de laminación del perfil. Para evitar un proceso de arranque de material de esta clase, los bordes frontales de las ruedas de laminación del perfil pueden estar dotadas también de un chaflán o de un redondeo.
- 50

El dispositivo de ajuste para generar el movimiento relativo axial de las ruedas de laminación del perfil y/o el ajuste de la separación entre el eje de giro de la pieza y el eje de la rueda de laminación del perfil está formado ventajosamente mediante un eje de ajuste controlado numéricamente de una máquina de mecanizado.

5 La invención se describe a continuación con mayor detalle sirviéndose del ejemplo de realización representado en los dibujos.

El dibujo muestra respectivamente en una representación simplificada y esquemática:

la fig. 1 una vista en perspectiva de una pieza en un asiento engranando con una herramienta de laminación de un dispositivo conforme a la invención;

10 la fig. 2 una representación en sección de la pieza con la herramienta de laminación engranando con ella, según la figura 1.

15 De entrada hay que señalar que en las diversas formas de realización descritas, piezas iguales se dotan de referencias iguales o designaciones de pieza iguales, pudiendo aplicarse las manifestaciones que figuran en la totalidad de la descripción, debidamente a piezas iguales con igual referencia o iguales denominaciones. También las indicaciones de emplazamiento elegidas en la descripción, tales como por ejemplo arriba, abajo, lateral, etc. están referidas a la figura representada y descrita en cada caso, y en caso de un cambio de posición se deberán transferir debidamente a la nueva posición.

20 Todas las indicaciones relativas a campos de valores que figuran en la presente descripción deben entenderse de tal modo que éstas comprenden zonas parciales y todas las zonas de ello, por ejemplo la indicación 1 a 10 debe entenderse porque están incluidas todos los campos parciales partiendo del límite inferior 1 y del límite superior 10, es decir que todos los campos parciales que comiencen en un límite inferior de 1 o superior y terminen en un límite superior de 10 o inferior, por ejemplo 1 a 1,7 o de 3,2 a 8,1 o de 5,5 a 10.

25 La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo para el mecanizado por laminación de una pieza 2 de polvo metálico prensado y sinterizado. Para ello el dispositivo 1 comprende un asiento 3 en el que va fijada la pieza 2 para realizar el mecanizado por laminación, y que para ello puede girar alrededor de un eje de giro 4, así como una herramienta de laminación 5 mediante la cual se realiza el mecanizado por laminación del dentado 7 situado en el perímetro exterior 6 de la pieza 2.

30 Para ello la herramienta de laminación 5 comprende dos ruedas de laminación del perfil 8 que van apoyadas cada una en la herramienta de laminación 5 de modo giratorio alrededor de un eje de la rueda de laminación del perfil 9. Este apoyo tiene lugar en un bastidor de soporte 10, que en particular puede estar realizado también de una sola pieza y que por lo tanto presenta una elevada resistencia o rigidez. En cuanto a la estructura, un eje de la rueda de laminación del perfil 9 puede estar formado por unos muñones de eje 11 que sobresalen en dirección axial de las ruedas de laminación del perfil y que van colocadas en los correspondientes puntos de apoyo 12 en el bastidor de soporte. Los muñones de eje 11 pueden estar realizados por ejemplo de una misma pieza en la rueda de laminación del perfil 8, pero también lo pueden estar por medio de un elemento de eje independiente que se introduce en la rueda de laminación del perfil 8.

35 Las ruedas de laminación del perfil 8 están dotadas en su perímetro exterior de un dentado perfilado 13 que se extiende a lo largo de todo el perímetro de la rueda de laminación del perfil 8 y que en la dirección del eje de las ruedas de laminación del perfil 9 presenta una longitud de dentado axial 14. Tal como se puede deducir de la figura 1, esta longitud de dentado 14 es mayor que una longitud de dentado axial 15 del dentado 7 de la pieza. En el ejemplo de realización representado los ejes de las ruedas de laminación del perfil 9 de las ruedas de laminación del perfil 8 están dispuestos paralelos al eje de giro 4 de la pieza 2, pero difiriendo de esto caben también realizaciones de una herramienta de laminación 5 en las que los ejes de las ruedas de laminación del perfil 9 estén dispuestas ligeramente inclinadas respecto al eje de giro 4. Los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil 9 presentan entre sí una distancia de eje relativa 16 que es esencialmente constante. Esto se debe a que los puntos de apoyo 12 en el bastidor de soporte 10 no son ajustables entre sí sino que tienen una disposición fija. Puede resultar una mínima variación de la distancia entre ejes 16 por el hecho de que un eje de rueda de laminación del perfil 9, en la figura 1, el eje de la rueda de laminación del perfil representada en la parte superior tiene un apoyo en el bastidor de soporte 10 con movilidad aproximadamente en dirección tangencial 17 con relación al segundo eje de rueda de laminación del perfil 8, la rueda de laminación del perfil inferior representada en la figura 1. Además de esto, el punto de apoyo 12 para el eje de la rueda de laminación del perfil desplazable 9 puede estar realizado en forma de una corredera en la que se mueve el muñón de eje 11 de la rueda de laminación del perfil en una dirección sensiblemente tangencial 17 con relación al otro eje de rueda de laminación del perfil 9. La corredera 18 puede estar realizada por ejemplo de modo que en lugar de un orificio convencional se fabrique en el bastidor de soporte 10 un agujero rasgado. A diferencia de la realización representada, también cabe que ambos ejes de las ruedas de laminación del perfil 9 estén apoyados de este modo con

movilidad en el bastidor de soporte 10.

La herramienta de laminación 5 va fijada con su bastidor de soporte 10 en un portaherramientas 19 de una máquina de mecanizado que no está representada. Este apoyo puede ser rígido pero también puede presentar una movilidad entre el bastidor de soporte 10 y el portaherramientas 19, al estar dispuesto entre el bastidor de soporte 10 y el portaherramientas 19 un eje basculante 20. El posible ángulo de giro de este apoyo móvil está limitado por unos topes robustos y se mantiene dentro de un campo de unos pocos grados de ángulo, ya que una movilidad excesiva en este apoyo podría influir negativamente en la estabilidad de la herramienta de laminación 5 durante el trabajo.

El asiento 3 sobre el cual se puede fijar la pieza 2 que se trata de mecanizar comprende en el ejemplo de realización representado un mandril de amarre 21 mediante el cual la pieza 2 se puede amarrar por un diámetro interior. El mandril de amarre 21 comprende para ello dos o más elementos de amarre 22 que se pueden comprimir contra el diámetro interior de la pieza 2 mediante un dispositivo tensor que no está representado, con lo cual se establece un posicionamiento concéntrico de la pieza 2 respecto al eje de giro 4 y al mismo tiempo una unión a prueba de par de giro entre la pieza 2 y el asiento 3. El asiento 3 está dispuesto en un husillo motorizado 23, que está unido con un dispositivo de accionamiento de giro 24 indicado sólo en parte.

A continuación se describe una posible variante del ciclo para la realización del procedimiento conforme a la invención para el mecanizado del dentado 7 de la pieza 2. Antes de iniciar el proceso se coloca la pieza 2 en la dirección del eje de giro 4 sobre el mandril de amarre 21, y se fija sobre éste con ayuda de los elementos de amarre 22. Para ello la herramienta de laminación 5 está posicionada a suficiente distancia del eje de giro 4. Después de fijar la pieza 2 en el asiento 3 se lleva la herramienta de laminación 5 a la posición de mecanizado. Para ello se aproxima el bastidor de soporte 10 con las dos ruedas de laminación del perfil 8 mediante el portaherramientas 19 en dirección aproximadamente radial con relación al eje de giro 4, hacia éste, con lo cual llegan a engranar los dentados del perfil 13 de la rueda de laminación del perfil 8 con el dentado 7 de la pieza 2. Para ello la pieza 2 se encuentra todavía preferentemente parada, pero también puede realizar ya un movimiento de giro alrededor del eje de giro 4. Gracias a la movilidad de giro libre de las ruedas de laminación del perfil 8, los dientes del dentado 7 encuentran con facilidad el camino entre los huecos de diente del dentado de perfil 13 al efectuarse la aproximación radial de la herramienta de laminación 5 a la pieza 2. Dado que en casos excepcionales puede suceder que una cabeza de diente de la rueda de laminación del perfil 8 coincida exactamente en dirección radial con una cabeza de diente del dentado 7 de la pieza 2, con lo cual estaría bloqueado el engrane mutuo de los dentados, la posibilidad de movimiento adicional de un eje de la rueda de laminación del perfil 9 respecto al bastidor de soporte 10 favorece el engrane mutuo del dentado del perfil 13 en el dentado 7.

Una vez efectuado el engrane de las ruedas de laminación del perfil 8 en el dentado 7 de la pieza 2, se le imparte a éste junto con el soporte un movimiento de giro mediante el dispositivo de accionamiento de giro 24, con lo cual las dos ruedas de laminación del perfil 8 ruedan sobre el dentado 7. El movimiento de giro tiene lugar para esto por ejemplo en un primer sentido de giro 25.

Para que en el dentado 7 puedan tener lugar los procesos deseados de conformación por laminación, es preciso que entre los dentados de perfil 13 y el dentado 7 actúen las correspondientes fuerzas de laminación, que se obtienen al aplicar una fuerza sobre la herramienta de laminación 5 al menos aproximadamente en una dirección radial 26 en sentido hacia el eje de giro 4. Esto tiene lugar al apretar el portaherramientas 19 con una fuerza correspondiente en el sentido radial 26. Esta fuerza aplicada en sentido radial 26 provoca las fuerzas de laminación que actúan entre la pieza 2 y las ruedas de laminación del perfil 8, que dependiendo de las condiciones de dimensión, en particular de las relaciones de diámetro, pueden adoptar incluso unos valores muy elevados.

Durante el proceso de rodadura de las ruedas de laminación del perfil 8 que tienen lugar debido al giro de la pieza 2, se mejora el dentado 7 por el perfil del dentado de conformación 13 en su precisión dimensional y de forma, y se incrementa la densidad superficial. Así por ejemplo puede tener lugar una corrección de las variaciones de dimensión, al corregir en el dentado 7 los gruesos de diente y/o las alturas de diente mediante ligeras deformaciones plásticas; la corrección de las variaciones de forma puede efectuarse por ejemplo mejorando una conicidad en la dirección del eje de giro 4 o una concetricidad en el círculo de cabeza de diente o en el círculo de pie de diente. Mediante la compactación superficial se puede mejorar por ejemplo la resistencia al desgaste de los flancos de dientes o la resistencia en el pie de diente.

Para facilitar estos procesos de conformación elásticos-plásticos existe adicionalmente la posibilidad de superponer entre el dentado 7 y los dentados de conformación 13 durante el proceso de laminación un movimiento relativo en la dirección del eje de giro 4, con lo cual además de las fuerzas de laminación que actúan esencialmente en dirección radial aparecen unas fuerzas de rozamiento de acción axial, y debido al carácter multiaxial del estado de tensiones en la superficie del dentado 7 se aprovecha mejor la posibilidad de conformación plástica del material de la pieza. Este movimiento relativo se puede conseguir por ejemplo porque la herramienta de laminación 5 realice un movimiento oscilante en una dirección axial 27 paralela al eje de giro 4. La amplitud 28 de este movimiento oscilante es como

mínimo de 0,5 mm para que pueda llegar a producirse un marcado deslizamiento axial entre los dentados que interactúan.

5 Las fuerzas de laminación que aparecen durante el proceso de laminación se pueden controlar de tal modo que la fuerza ejercida por la herramienta de laminación 5 sobre la pieza 2 se regule por medio de la fuerza que actúa en el portaherramientas 19, aumentando por ejemplo de forma lineal o escalonada. Pero alternativamente existe también la posibilidad de ajustar las fuerzas de laminación de tal modo que partiendo de una posición de partida de la herramienta de laminación 5 ésta se aproxime durante el proceso de laminación en unos incrementos de recorrido definidos del eje de giro 4, y se ajusten correspondientemente las fuerzas de laminación. En el segundo procedimiento, las fuerzas de laminación que actúan entre las ruedas de laminación del perfil 8 y la pieza 2 van disminuyendo si se mantiene constante la distancia entre la herramienta de laminación 5 y el eje de giro 4 debido a los procesos de conformación plásticos que se producen, hasta que la herramienta de laminación 5 se aproxima de nuevo en un pequeño incremento hacia el eje de giro 4. De este modo el proceso de laminación se puede realizar con control de la fuerza o también con control del recorrido.

15 Una vez terminado el proceso de laminación, lo que se determina por ejemplo al alcanzar una determinada fuerza de laminación máxima o al alcanzar una separación mínima determinada entre la herramienta de laminación y el eje de giro 4, o después de un número determinado de vueltas de la pieza 2 para un determinado ajuste de fuerza y/o de recorrido, se vuelve a distanciar la herramienta de laminación 5 de la pieza 2 en el sentido radial contrario 26 con lo cual ésta se puede volver a quitar del asiento 3 después de soltar los elementos de amarre 22.

20 Durante el proceso de laminación se tiene también la posibilidad de invertir al menos una vez el sentido de giro 25, tal como se indica en la figura 1 mediante una flecha con línea de trazos correspondiente al sentido de giro inverso 25. De este modo se efectúa un mecanizado de laminación de igual medida en los distintos dientes del dentado 7, en ambos flancos de diente, y con ello se obtiene en cierto modo una mejora simétrica de las propiedades del dentado.

25 El ejemplo de realización según la figura 1 muestra una pieza con un dentado cilíndrico recto 7 y en consecuencia los dentados de conformación 13 de las ruedas de laminación del perfil 8 son también rectas. Pero difiriendo de esto existe también la posibilidad de modificar el procedimiento o el dispositivo 1 de tal modo que se puedan mecanizar también piezas 2 con dentado helicoidal. Esto puede conseguirse realizando el dentado de conformación 13 de las ruedas de laminación del perfil 8 como dentado helicoidal.

30 Si se emplea el procedimiento descrito para el mecanizado por laminación de un dentado interior de una pieza 2 de polvo metálico prensado y sinterizado, el especialista puede modificar con facilidad las medidas del proceso antes descritas de modo adecuado para este caso. Naturalmente es preciso que en este caso la herramienta de laminación 5 se introduzca en la zona del dentado 7, y además en el curso del mecanizado por laminación se incrementa la distancia entre el eje de giro 4 y la herramienta de laminación 5 para conseguir las fuerzas de laminación deseadas. Para un mecanizado interior, las ruedas de laminación del perfil 8 se realizan preferentemente más pequeñas que para el mecanizado exterior, para poder cubrir también en este caso diferentes campos de diámetro primitivo de las piezas 2.

La figura 2 muestra en una representación en sección el dispositivo según la figura 1 con la pieza 2 y la herramienta de laminación 5 en posición de trabajo, donde los dentados de conformación 13 de las ruedas de laminación del perfil 8 engranan con el dentado 7 del diámetro exterior 6 de la pieza 2.

40 A continuación se consideran las relaciones geométricas entre la pieza 2 y la herramienta de laminación 5 que también influyen en la realización del procedimiento.

45 El dentado 7 de la pieza 2 presenta un diámetro primitivo 29 que en el ejemplo de realización representado se corresponde aproximadamente con el doble de un diámetro primitivo 30 de los dentados de conformación 13 de las ruedas de laminación del perfil 8. Una distancia 31 medida desde el eje de giro 4 hasta un eje de la rueda de laminación del perfil 9 corresponde por lo tanto a la mitad de la suma del diámetro primitivo 29 de la pieza 2 y del respectivo diámetro primitivo 30 de la rueda de laminación del perfil 9.

Junto con la distancia entre ejes 16 esencialmente constante entre las dos ruedas de laminación del perfil 9, la posición de la herramienta de laminación 5 viene dada de por sí con un valor fijo al engranar con la pieza 2, debido a los diámetros primitivos 29, 30 y a la distancia entre ejes 16, si se prescinde de las escasas variaciones de medida que se producen en la pieza 2 a causa del mecanizado por laminación.

50 Entre dos planos 32 que se pueden imaginar desde el eje de giro 4 a través de los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil 9 se obtiene de este modo un ángulo de apertura 33 que se corresponde aproximadamente también con el ángulo de las fuerzas de laminación ejercidas esencialmente en dirección radial sobre la pieza 2 entre las dos ruedas de laminación del perfil 8.

En el ejemplo de realización representado, los diámetros de los círculos primitivos 30 de las ruedas de laminación del perfil 8 se han elegido de igual magnitud, pero difiriendo de esto, las dos ruedas de laminación del perfil pueden presentar también diferentes diámetros primitivos 30.

5 La relación entre el diámetro primitivo 29 de la pieza 2 y los diámetros primitivos 30 de las ruedas de laminación del perfil 8 se elige preferentemente de entre un campo que presenta un límite inferior de 1,0 y un límite superior de 3,5. Por otra parte, la relación entre los diámetros primitivos 30 de las ruedas de laminación del perfil 8 y la distancia entre ejes 16 entre sus ejes de las ruedas de laminación del perfil 9 se elige preferentemente de entre un campo con un límite inferior de 0,25 y un límite superior de 0,75.

10 Mediante esta elección de las proporciones de medidas se influye también en el posible campo del ángulo de apertura 33, que está situado ventajosamente entre un límite inferior de 60° y un límite superior de 170°. Especialmente en el caso de ángulos de apertura mayores 33 pueden actuar unas fuerzas de laminación radiales importantes entre las ruedas de laminación del perfil 8 y la pieza 2, para una fuerza en conjunto menor que actúa sobre la herramienta de laminación 5, que han de ser soportados por una realización robusta y rígida del bastidor de soporte 10. Esto se logra de forma óptima en la realización del bastidor de soporte 10 de una sola pieza representado en la figura 1.

15 La figura 2 muestra además la fijación del bastidor de soporte 10 en el portaherramientas 19 mediante un apoyo basculante 20, manteniéndose reducido el posible ángulo de giro gracias a una holgura reducida 34 entre las superficies de tope 35 en el bastidor de soporte 10 y las superficies de tope 36 en el portaherramientas 19, ya que se puede obtener un equilibrado de fuerzas entre las dos ruedas de laminación del perfil 9 incluso para unos movimientos de compensación mínimos del bastidor de soporte 10. Gracias a este apoyo basculante móvil se consigue también que
20 debido al movimiento de rodadura del dentado de conformación 13 con el dentado 7 las fuerzas pulsantes que eventualmente actúen sobre el bastidor de soporte 10 se transmitan sólo de forma debilitada al portaherramientas 19.

25 El procedimiento conforme a la invención es muy adecuado para reducir las desviaciones de medida y forma en piezas 2 que tengan un número grande de dientes relativamente pequeños, ya que especialmente para este caso es mucho más conveniente que por ejemplo realizar un calibrado mediante una herramienta de calibrado fabricada con alta precisión y que en cada caso solamente se pueda emplear para exactamente una sola dimensión de piezas. En cambio mediante el dispositivo conforme a la invención se puede cubrir toda una gama de geometrías de pieza, en particular de distintos diámetros primitivos 29, con lo cual con un gasto de dispositivo reducido se pueden fabricar a pesar de ello unos dentados de gran precisión de medidas y forma en piezas sinterizadas 2, tal como por ejemplo en discos para correa dentada para accionamientos de válvula de alta velocidad.

30 Una altura de diente 37 representado en la figura 2 de la pieza 2 fabricada con el procedimiento conforme a la invención se encuentra por lo tanto preferentemente entre 0,5 mm y 5 mm.

Para el buen orden hay que señalar por último que para entender mejor la estructura del dispositivo 1, ésta o sus componentes se han representado en parte fuera de escala y/o ampliados y/o reducidos.

El objetivo en el que se basa la solución presente de la invención se puede deducir de la descripción.

35 **Relación de referencias**

1 Dispositivo

2 Pieza

3 Asiento

4 Eje de giro

40 5 Herramienta de laminación

6 Perímetro exterior

7 Dentado

8 Rueda de laminación del perfil

9 Eje de la rueda de laminación del perfil

45 10 Bastidor de soporte

11 Muñón de eje

- 12 Punto de apoyo
- 13 Dentado de conformación
- 14 Longitud de dentado
- 15 Longitud de dentado
- 5 16 Distancia entre ejes
- 17 Sentido
- 18 Corredera
- 19 Portaherramientas
- 20 Apoyo basculante
- 10 21 Mandril de amarre
- 22 Elemento de amarre
- 23 Husillo
- 24 Dispositivo de accionamiento de giro
- 25 Sentido de giro
- 15 26 Dirección radial
- 27 Dirección axial
- 28 Amplitud
- 29 Diámetro primitivo
- 30 Diámetro primitivo
- 20 31 Distancia
- 32 Plano
- 33 Ángulo de apertura
- 34 Holgura
- 35 Superficie de tope
- 25 36 Superficie de tope
- 37 Altura del diente

30

REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento para el mecanizado de un dentado (7) en un perímetro exterior (6) o en un contorno interior de una pieza (2) de polvo metálico prensado y sinterizado, estando fijada la pieza (2) en un asiento (3), mediante un proceso de laminación realizado sobre el dentado (7) con dos ruedas de laminación del perfil (8) giratorias que presentan un dentado de conformación (13) que engrana en el dentado (7) de la pieza (2),

caracterizado porque

10 las dos ruedas de laminación del perfil (8) están dispuestas en un bastidor de soporte común (10) de modo giratorio, con los ejes de las ruedas de laminación del perfil (9) con una distancia entre ejes (16) entre ellas al menos sensiblemente constante, siendo accionado el asiento (3) para la pieza (2) por un dispositivo de accionamiento de giro (24) por medio de un husillo (23) situado en el asiento (3), y que de este modo ejerce sobre la pieza (2) un par de accionamiento para el proceso de laminación por el dispositivo de accionamiento de giro (24), siendo las dos ruedas de laminación del perfil (8) cada una libremente giratorias alrededor de un eje de rueda de laminación del perfil (9), con lo cual una vez efectuado el engrane de las ruedas de laminación del perfil (8) en el dentado (7) de la pieza (2), éstas ruedan sobre el dentado (7).

15

2.- Procedimiento según la reivindicación 1,

caracterizado porque

durante el proceso de laminación se realiza entre la pieza (2) y las ruedas de laminación del perfil (8) adicionalmente un movimiento oscilante relativo en dirección axial (27).

20 3.- Procedimiento según la reivindicación 2,

caracterizado porque

la amplitud (28) del movimiento oscilante relativo es como mínimo de 0,5 mm.

4.- Procedimiento según la reivindicación 2 o 3,

caracterizado porque

25 durante el curso del proceso de laminación tiene lugar alternativamente una reducción escalonada de la distancia (32) entre un eje de giro (4) de la pieza (2) y los ejes de ruedas de laminación del perfil (9), y se realizan varios ciclos de movimiento relativo en dirección axial (27) entre la pieza (2) y las ruedas de laminación del perfil (8).

5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,

caracterizado porque

30 el proceso de laminación se realiza con una inversión del sentido de giro (25).

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5,

caracterizado porque

antes de iniciar el proceso de laminación, las ruedas de laminación del perfil (8) con el bastidor de soporte (10) se aproximan aproximadamente en dirección radial (26) hasta establecer contacto con la pieza (2).

35 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizado porque

el proceso de laminación se realiza con dos ruedas de laminación del perfil (8) con dentado helicoidal.

8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,

caracterizado porque

40 durante el proceso de laminación tiene lugar en la superficie del dentado (7) y hasta una profundidad de 0,3 mm una compactación a más del 95% de la densidad del polvo metálico sin la proporción de poros.

9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8,

caracterizado porque

5 la relación entre el diámetro primitivo (30) en las ruedas de laminación del perfil (8) a la separación entre ejes (16) entre los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil (9), se elige de un campo con un límite inferior de 0,25 y un límite superior de 0,75.

10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,

caracterizado porque

el dentado (7) de la pieza (2) y el dentado de conformación (13) de las ruedas de laminación del perfil (8) presenta una altura de diente (37) elegida de un campo con un límite inferior de 0,3 mm y un límite superior de 3 mm.

10 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10,

caracterizado porque

por lo menos una rueda de laminación del perfil (8) presenta una longitud de dentado (14) que es mayor que la longitud del dentado axial (15) de la pieza (2).

15 12.- Dispositivo (1) para el mecanizado por laminación de un dentado (7) en el perímetro exterior (6) o en el contorno interior de una pieza (2) de polvo metálico prensado y sinterizado, comprendiendo un asiento (3) para recibir la pieza (2) y su apoyo giratorio alrededor de un eje de giro (4) así como una herramienta de laminación (5) con dos ruedas de laminación del perfil (8), con un dentado de conformación (13) que engrana en el dentado (7) de la pieza alojada (2), para laminar el dentado (7), estando apoyadas las ruedas de laminación del perfil (8) de forma giratoria en un bastidor de soporte (10) con una distancia entre ejes (16) entre sí esencialmente constante, así como un dispositivo de accionamiento de giro (24),

20

caracterizado porque

25 el asiento (3) para la pieza (2) está dispuesto en un husillo (23) que puede ser accionado por el dispositivo de accionamiento de giro (24), y las dos ruedas de laminación del perfil (8) tienen libre giro alrededor de un eje de rueda de laminación del perfil (9), de modo que al laminar, después de efectuado el engrane de las ruedas de laminación del perfil (8) en el dentado (7) de la pieza (2), éstas ruedan sobre el dentado (7).

13.- Dispositivo (1) según la reivindicación 12,

caracterizado porque

las ruedas de laminación del perfil (8) y/o el asiento giratorio (3) con la pieza (2) se pueden ajustar mediante un dispositivo de ajuste de forma oscilante en una dirección axial (27) al menos sensiblemente paralela al eje de giro (4).

30 14.- Dispositivo (1) según la reivindicación 12 o 13,

caracterizado porque

los ejes de las ruedas de laminación del perfil (9) de las ruedas de laminación del perfil (8) están dispuestas paralelas al eje de giro (4) del asiento (3).

15.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 14,

35 **caracterizado porque**

la herramienta de laminación (5) o el bastidor de soporte (10) va apoyado en un cojinete de giro (20) en dirección paralela al eje de giro (4) del asiento (3).

16.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 15,

caracterizado porque

40 un eje de rueda de laminación del perfil (9) va apoyado con relación al segundo eje de la rueda de laminación del perfil (9), de forma móvil en el bastidor de soporte (10), móvil al menos aproximadamente en dirección tangencial (17).

17.- Dispositivo (1) según la reivindicación 16,

caracterizado porque

el eje móvil (9) de la rueda de laminación del perfil va conducido en una corredera (18) dispuesta en el bastidor de soporte (10).

18.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 17,

5 **caracterizado porque**

la relación entre un diámetro primitivo (29) del dentado (7) de la pieza (2) respecto a un diámetro primitivo (30) del dentado de conformación (13) en la rueda de laminación del perfil (8) está elegida de un campo con un límite inferior de 1,0 y un límite superior de 3,5.

19.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 18,

10 **caracterizado porque**

dos planos (32) que pasan desde el eje de giro (4) de la pieza (2) a través de los dos ejes de las ruedas de laminación del perfil (9) encierran entre sí un ángulo de apertura (33) elegido de un campo con un límite inferior de 60° y un límite superior de 170°.

20.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 19,

15 **caracterizado porque**

el dentado de conformación (13) presenta un perfil contrario a un perfil de correa dentada, a un perfil de rueda de cadena, a un perfil de dentado evolvente o a otro perfil de dentado cualquiera.

21.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 20,

caracterizado porque

20 el dispositivo de accionamiento de giro (24) está unido directamente con el asiento (3) para la pieza (2) para realizar el proceso de laminación.

22.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 21,

caracterizado porque

25 un dispositivo de ajuste para generar un movimiento axial relativo de las ruedas de laminación del perfil (8) y/o del ajuste de la distancia (32) entre el eje de giro (4) de la pieza (2) y los ejes de las ruedas de laminación del perfil (9) está formado por un eje de ajuste controlado numéricamente de una máquina de mecanizado.

23.- Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 12 a 22,

caracterizado porque

las ruedas de laminación del perfil (8) presentan como dentado de conformación (13) un dentado helicoidal.

30

Fig.1

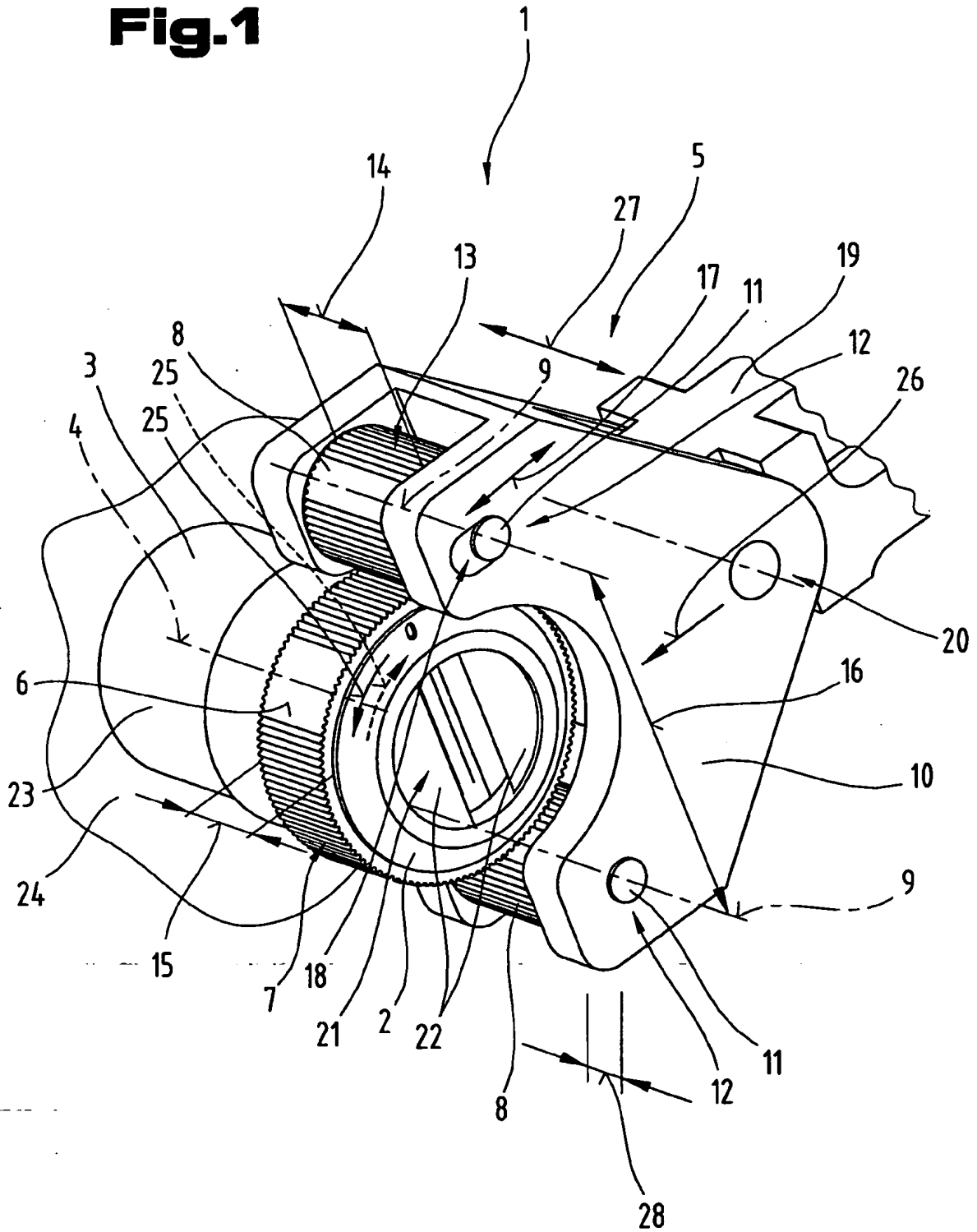


Fig.2

