

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 442**

51 Int. Cl.:

B21J 5/02 (2006.01)

B21J 5/12 (2006.01)

B21J 13/02 (2006.01)

B21K 1/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2021** **E 21210610 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2023** **EP 4005696**

54 Título: **Equipo y procedimiento de forjadura de un dentado de engranaje sobre un semiproducto**

30 Prioridad:

30.11.2020 FR 2012368

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

15.04.2024

73 Titular/es:

**FORGES DE COURCELLES (100.0%)
23 Rue du 11 Novembre
52800 Nogent, FR**

72 Inventor/es:

THIVET, DAVID

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 965 442 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

Equipo y procedimiento de forjadura de un dentado de engranaje sobre un semiproducto

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo técnico de los equipos de forjadura utilizados para la forjadura de dentados de engranajes habilitados sobre el exterior de un semiproducto.

10 El objeto de la invención se refiere a un equipo para máquina de forjadura destinado a forjar un dentado de engranaje recto o ventajosamente helicoidal sobre la cara exterior de revolución de un semiproducto, aplicando un procedimiento de extrusión en semicaliente o en caliente.

15 Según la invención, un semiproducto es una pieza de tipo anular semibruta previamente forjada, desprovista de dentado, realizada según diversas variantes de geometría que presenta ventajosamente una brida, asociada o no con un cubo central y/o formas de refuerzo adicionales o de aligeramiento axisimétricas o no.

Técnica anterior

20 En la técnica anterior, las técnicas de forjadura en caliente o en semicaliente se utilizan, en concreto, en la fabricación de ruedas dentadas o de engranajes. De este modo, la patente EP 0 89 1824 describe un aparato de forjadura en caliente para formar un engranaje cónico que tiene dientes de engranaje inclinados. No obstante, una técnica de este tipo no permite la fabricación de piezas tales como coronas de transmisión.

25 Se conoce, igualmente, que se realizan dentados por mecanizado sobre una pieza axisimétrica procedente de forjadura sobre prensa vertical. Los materiales utilizados para la pieza deben presentar una dureza moderada para permitir el mecanizado del dentado. De ello se deduce que el dentado debe ser sometido después de mecanizado, a un tratamiento de endurecimiento que necesita la implementación de complejos y costosos procedimientos termoquímicos.

30 El documento CN 106914507 describe un método de forjadura en caliente de dentados por extrusión con la ayuda de un equipo de forjadura. Una pieza para forjar se calienta previamente por inducción, luego, por la aplicación de una fuerza vertical de prensa, la pieza para forjar se extrude a través de herramientas fijas. Un método de forjadura de este tipo no permite obtener un dentado helicoidal.

35 El documento KR 101137759 describe un equipo para máquina de forjadura destinado a extrudir dentados exteriores. Una pieza para forjar se introduce en herramientas de extrusión con la ayuda de un punzón que ejerce una fuerza vertical sobre la pieza. Mientras que la pieza para forjar atraviesa las herramientas de extrusión, se acopla un mandril cilíndrico en el escariado de la pieza para mantenerla. Este tipo de equipo no permite realizar dentados sobre una pieza con una geometría central compleja cuyo espesor sea diferente de la parte destinada a formar el dentado.

45 El documento US2015/128419 forma la base del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 10 y describe una máquina para la fabricación de una transmisión dotada de un dentado interior de tipo "acoplamiento estriado" de un sincronizador de caja de cambios. El dentado interior permite realizar una conexión en rotación con un árbol acanalado cuyo eje es idéntico. Esta transmisión incluye un dentado de engranaje exterior de tipo "dientes de perro" con facetas de acoplamiento axial, en la cara superior.

Exposición de la invención

50 La presente invención tiene como propósito remediar los inconvenientes de las técnicas anteriores, proponiendo un equipo diseñado para realizar, con la ayuda de una máquina de forjadura, sobre diversas geometrías de piezas, un dentado de engranaje con características dimensionales suficientemente precisas o que permita su ulterior acabado por rectificado en función de la precisión buscada.

55 Para alcanzar, un objetivo de este tipo, el objeto de la invención se refiere a un equipo para una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente que incluye un sistema de aplicación de una fuerza vertical de compresión, móvil según un movimiento vertical de descenso y según un movimiento vertical de subida entre una posición alta de espera de forjadura y una posición baja de postforjadura, estando destinado el equipo a forjar un dentado de engranaje sobre una cara de revolución exterior de una parte periférica de un semiproducto que presenta una parte central superior que se extiende en oposición a una parte central inferior, incluyendo el equipo:

60 - un punzón inferior fijo habilitado para delimitar un soporte para la parte central inferior del semiproducto a forjar;
- un contrapunzón superior habilitado para presentar una parte de sujeción para la parte central superior del semiproducto, estando montado este contrapunzón móvil verticalmente para ocupar una posición inferior para la que el punzón y el contrapunzón inmovilizan el semiproducto con su parte periférica que se extiende sobresaliendo con respecto al punzón y al contrapunzón y una posición superior para la que se libera el contrapunzón con respecto al

semiproducto para permitir la colocación del semiproducto y la extracción con respecto al punzón, del semiproducto extrudido;

5 - un portaherramientas atravesado por el contrapunzón y que soporta herramientas de extrusión que se presentan en forma de al menos un anillo provisto a partir de su escariado, de dientes de extrusión habilitados con una tasa de formación que varía de manera progresiva para realizar el dentado de engranaje sobre el semiproducto, estando habilitado el portaherramientas para recibir la fuerza vertical de compresión del sistema de aplicación de la máquina de forjadura, de manera que se desplace al menos verticalmente para extrudir el dentado de engranaje del semiproducto durante el movimiento vertical de descenso del sistema de aplicación de la fuerza vertical de compresión entre la posición alta de espera de forjadura para la que las herramientas de extrusión están situadas por encima del soporte y la posición baja de postforjadura para la que las herramientas de extrusión están situadas enteramente por debajo del soporte y alrededor del punzón.

15 Otro objeto de la invención es proponer un equipo de extrusión destinado a forjar un dentado de engranaje helicoidal sobre un semiproducto. Según esta aplicación preferida, el portaherramientas forma parte de un equipamiento móvil de extrusión que incluye un mecanismo de transformación del movimiento vertical de descenso del sistema de aplicación de una fuerza vertical de compresión entre la posición alta de espera de forjadura y la posición baja de postforjadura, en un movimiento de rotación que es función de la inclinación del dentado de engranaje helicoidal del semiproducto.

20 Según un ejemplo ventajoso de realización, el equipamiento móvil de extrusión incluye en calidad de mecanismo de transformación:

* una corona dentada montada solidaria con el portaherramientas y guiada en rotación según un eje vertical con respecto a un conjunto de apoyo habilitado para recibir la fuerza vertical de compresión del sistema de aplicación de la máquina de forjadura, cooperando esta corona dentada de forma diametralmente opuesta con cremalleras;

25 * accionadores para desplazar las cremalleras en traslación horizontal según sentidos opuestos;

* un dispositivo de control de los accionadores de manera que el movimiento de traslación horizontal de las cremalleras esté sincronizado con el movimiento vertical de descenso del equipamiento móvil de extrusión.

30 Según un primer modo de realización, las herramientas de extrusión se presentan en forma de un anillo cuyos dientes de extrusión definen una tasa de formación que varía de manera continua y de forma no lineal.

Según un segundo modo de realización, las herramientas de extrusión incluyen varios anillos solidarios que definen una tasa de formación que varía de manera incremental de un anillo al otro.

35 Por ejemplo, el portaherramientas incluye una ventana de extracción habilitada de manera que en posición baja de postforjadura, la ventana de extracción esté girada para permitir una colocación del semiproducto y una extracción del semiproducto extrudido.

40 Según una característica de la invención, el soporte del punzón y la parte de sujeción del contrapunzón incluyen partes de antideformación que presentan geometrías complementarias respectivamente con la parte central inferior y la parte central superior del semiproducto para cooperar con la totalidad de la parte central presentada por el semiproducto.

45 Según ejemplos de implementación, el punzón y el contrapunzón incluyen partes de antideformación que cooperan con la totalidad de la parte central del semiproducto que incluye una corona sola o asociada con una brida y/o un cubo y/o formas adicionales.

50 Por ejemplo, el dispositivo de control incluye un sistema de retroalimentación de accionadores cuyos desplazamientos se miden por sensores.

Otro objeto de la invención es proponer una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente que incluye un equipo de acuerdo con la invención.

55 Otro objeto de la invención es proponer un procedimiento de fabricación de un semiproducto con la ayuda de una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente.

60 Para lograr un objetivo de este tipo, el objeto de la invención se refiere a un procedimiento de forjadura del dentado de engranaje de un semiproducto con la ayuda de una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente que incluye un sistema de aplicación de una fuerza vertical de compresión sobre un portaherramientas que incluye herramientas de extrusión que se presentan en forma de al menos un anillo provisto a partir de su escariado, de dientes de extrusión habilitados para realizar el dentado de engranaje sobre la cara de revolución exterior del semiproducto, consistiendo el procedimiento en una fase de extrusión para:

- colocar el portaherramientas en posición alta de espera de forjadura;

- colocar el semiproducto por su parte central inferior, sobre el soporte de un punzón fijo inferior;

65 - bajar verticalmente un contrapunzón en posición inferior, con el fin de inmovilizar el semiproducto por su parte central inferior y su parte central superior, entre el punzón y el contrapunzón;

- activar el descenso vertical del sistema de aplicación de una fuerza de compresión para desplazar el portaherramientas, con el fin de que las herramientas de extrusión atravesasen exteriormente el semiproducto para realizar el dentado de engranaje exclusivamente por extrusión;

- 5 - mantener el portaherramientas en una posición baja de postforjadura en la que las herramientas de extrusión están situadas enteramente por debajo del soporte y alrededor del punzón para, después de la subida del contrapunzón a su posición superior que permite liberar el semiproducto extrudido, recuperar el semiproducto extrudido
 - subir el portaherramientas a su posición alta de espera de forjadura.

10 Según una característica de implementación, el semiproducto extrudido se recupera a través de una ventana de extracción habilitada en el portaherramientas, antes de la subida del portaherramientas a su posición alta de espera de forjadura.

15 Para forjar un dentado de engranaje helicoidal, el procedimiento consiste en asegurar la rotación del portaherramientas con respecto a un conjunto de apoyo sobre el que se aplica la fuerza de compresión del sistema de aplicación, estando esta rotación sincronizada con el movimiento vertical de descenso del portaherramientas, en función de la inclinación del dentado de engranaje helicoidal del semiproducto.

20 Ventajosamente, la extrusión del dentado de engranaje se realiza con una progresión de la tasa de formación que varía de forma incremental o continua.

Típicamente, después de la fase de extrusión, el semiproducto extrudido se somete a una operación de temple superficial.

Breve descripción de los dibujos

25 [Fig. 1] La Figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra de manera esquemática, un primer modo de realización de un equipo de acuerdo con la invención para una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente.

30 [Fig. 2] La Figura 2 es una vista en alzado en corte del equipo ilustrado en la Figura 1, en posición alta de espera de forjadura.

[Fig. 2A] La Figura 2A es una vista de detalle IIA del equipo ilustrado en la Figura 2.

35 [Fig. 3] La Figura 3 es una vista en alzado en corte análoga a la Figura 1, en posición alta de espera de forjadura, con un semiproducto a forjar en posición inmovilizada.

[Fig. 4] La Figura 4 es una vista en alzado en corte del equipo ilustrado en las Figuras anteriores, en posición baja de postforjadura.

40 [Fig. 5A] La Figura 5A es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un semiproducto en forma de un anillo provisto de una brida y destinado a estar provisto de un dentado de engranaje helicoidal sobre su cara de revolución exterior.

45 [Fig. 5B] La Figura 5B es una vista del semiproducto ilustrado en la Figura 5A, pero después de extrusión, que muestra el semiproducto extrudido provisto de un dentado de engranaje helicoidal sobre su cara de revolución exterior, obtenido por el equipo ilustrado en las Figuras 1 a 4.

[Fig. 5C] La Figura 5C es una vista en corte transversal del semiproducto extrudido ilustrado en la Figura 5B.

50 [Fig. 6] La Figura 6 es una vista en alzado en corte que ilustra un segundo modo de realización de un equipo de acuerdo con la invención para una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente.

[Fig. 7A] La Figura 7A es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un semiproducto en forma de un anillo destinado a estar provisto de un dentado de engranaje recto sobre su cara de revolución exterior.

55 [Fig. 7B] La Figura 7B es una vista del semiproducto ilustrado en la Figura 7A, pero después de extrusión y que muestra el semiproducto extrudido provisto de un dentado de engranaje recto sobre su cara de revolución exterior, obtenido por el equipo ilustrado en la Figura 6.

60 [Fig. 7C] La Figura 7C es una vista en corte transversal del semiproducto extrudido ilustrado en la Figura 7B.

[Fig. 8] La Figura 8 es una vista en perspectiva de un primer ejemplo de realización de herramientas de extrusión que incluyen varios anillos solidarizados entre sí.

65 [Fig. 9] La Figura 9 es una vista en perspectiva de un segundo ejemplo de realización de herramientas de extrusión que se presentan en forma de un anillo único.

[Fig. 10A] La Figura 10A es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un semiproducto en forma de un anillo provisto de una brida y de un cubo, destinado a estar provisto de un dentado de engranaje helicoidal sobre su cara de revolución exterior.

5 [Fig. 10B] La Figura 10B es una vista del semiproducto ilustrado en la Figura 10A, pero después de extrusión y que muestra el semiproducto extrudido provisto de un dentado de engranaje helicoidal sobre su cara de revolución exterior, obtenido por el equipo ilustrado en las Figuras 1 a 4.

10 [Fig. 10C] La Figura 10C es una vista en corte transversal del semiproducto extrudido ilustrado en la Figura 10B.

[Fig. 11A] La Figura 11A es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización de un semiproducto en forma de un anillo provisto de una brida, de un cubo y de formas adicionales, destinado a estar provisto de un dentado de engranaje helicoidal sobre su cara de revolución exterior.

15 [Fig. 11B] La Figura 11B es una vista del semiproducto ilustrado en la Figura 11A, pero después de extrusión y que muestra el semiproducto extrudido provisto de un dentado de engranaje helicoidal sobre su cara de revolución exterior, obtenido por el equipo ilustrado en las Figuras 1 a 4.

20 [Fig. 11C] La Figura 11C es una vista en corte transversal del semiproducto extrudido ilustrado en la Figura 11B.

Descripción de los modos de realización

25 Las Figuras 1 a 3 ilustran un ejemplo de realización de un equipo 1 de acuerdo con la invención, adaptado para implementarse con una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2 de cualesquiera tipos conocidos, tal como una prensa mecánica o hidráulica. La máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2 no se representa en detalle en los dibujos, pues es bien conocida por el experto en la materia. De manera convencional, la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2 incluye, en particular, una base 2a y un sistema de aplicación 2b de una fuerza vertical de compresión adaptada para forjar un dentado exterior de engranaje 3d sobre un semiproducto 3 en el sentido general. Este sistema de aplicación 2b de una fuerza vertical de compresión que incluye convencionalmente, una corredera, es móvil según un movimiento vertical de descenso paralelo al eje vertical Z, entre una posición alta de espera de forjadura (Figuras 2, 3) y una posición baja de postforjadura (Figura 4). Este sistema de aplicación 2b de una fuerza vertical de compresión es móvil, igualmente, según un movimiento vertical de subida paralelo al eje vertical Z, entre una posición baja de postforjadura y una posición alta de espera de forjadura para permitir el regreso a una posición para forjar un nuevo semiproducto 3. De manera convencional, cuando el sistema de aplicación 2b de una fuerza vertical de compresión ha llegado a posición baja, sube sin interrupción de ciclo a su posición alta.

40 Tal como se ilustra en los dibujos, el equipo 1 de acuerdo con la invención está destinado a forjar un dentado de engranaje 3d sobre un semiproducto 3 de eje de simetría 3b. En el sentido de la invención, un semiproducto 3 es una pieza semibruta previamente forjada, desprovista de dentado y de tipo anular, es decir, que presenta un escariado pasante 3a (Figuras 5A, 7A, 10A y 11A). Un semiproducto 3 incluye al menos una corona 3c que presenta una parte periférica de revolución 3p delimitada por una cara de revolución exterior 3e sobre la que está forjado un dentado de engranaje 3d con el equipo de acuerdo con la invención. En la continuación de la descripción, cuando se forja un dentado de engranaje sobre el semiproducto 3, designaremos este semiproducto, por semiproducto extrudido 3.

50 Este semiproducto 3 incluye, fuera de la parte periférica 3p en la que está extrudido el dentado de engranaje 3d, una parte central que puede presentar diversas variantes de geometrías o de configuraciones. De este modo, la parte central del semiproducto 3 puede incluir una sola corona 3c, como se ilustra en la Figura 7A. Ventajosamente, la parte central del semiproducto 3 incluye, igualmente, una banda o brida 3t cuyo espesor es diferente de la parte periférica 3p destinada a formar el dentado de engranaje (Figura 5A). La parte central del semiproducto 3 puede incluir una brida 3t asociada o no con un cubo central 3m (Figura 10A) y/o formas adicionales de refuerzo o de aligeramiento axisimétricas o no 3r (Figura 11A). Por convención, el semiproducto 3 presenta una parte central superior correspondiente a la parte central del semiproducto 3 que se abre a partir de la parte superior del semiproducto 3 y una parte central inferior correspondiente a la parte central que se abre a partir de la parte inferior del semiproducto 3. La parte central inferior y respectivamente la parte central superior del semiproducto 3 comprenden, de este modo, superficies que se extienden paralela y perpendicularmente al eje de simetría 3b.

60 Las Figuras 5A-5C, 7A-7C, 10A-10C y 11A-11C dan a título de ejemplos no limitativos diversas variantes de geometrías o de configuraciones de la parte central del semiproducto 3. Según estos ejemplos, el semiproducto 3 incluye al menos una corona 3c delimitada por un lado, por una cara superior 3s y por el lado opuesto, por una cara inferior 3i. Esta corona 3c incluye una parte anular contigua a una parte periférica de revolución 3p delimitada por una cara de revolución exterior 3e sobre la que está realizado el dentado de engranaje 3d y que se extiende de una cara inferior 3i a una cara superior 3s.

- En el ejemplo de realización ilustrado en las Figuras 7A a 7C que ilustra un semiproducto de tipo anillo, la parte central del semiproducto solamente incluye una corona 3c, de modo que el escariado 3a se extiende de la cara inferior 3i a la cara superior 3s. La parte central inferior del semiproducto 3 comprende, de este modo, la cara inferior 3i de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado interior 3a, mientras que la parte central superior del semiproducto 3 comprende la cara superior 3s de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado interior 3a, considerando que esta parte del escariado interior 3a de la parte central superior del semiproducto 3 es complementaria de la parte del escariado interior 3a de la parte central inferior del semiproducto 3.
- En el ejemplo de realización ilustrado en las Figuras 5A a 5C, el semiproducto 3 incluye, igualmente, una banda 3t, es decir, una brida que presenta un espesor reducido con respecto al espesor de la corona 3c del semiproducto 3. Esta brida 3t está habilitada en el ejemplo ilustrado, entre las caras superior 3s e inferior 3i, de modo que el escariado interior 3a se descompone en tres partes, a saber, un escariado superior delimitado entre la cara superior 3s del semiproducto 3 y la cara superior de la brida, un escariado intermedio delimitado entre las caras superior e inferior de la brida 3t y un escariado inferior entre la cara inferior de la brida 3t y la cara inferior 3i del semiproducto.
- Según este ejemplo de realización, la parte central inferior del semiproducto 3 comprende, de este modo, la cara inferior 3i de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, el escariado inferior, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado intermedio, mientras que la parte central superior del semiproducto 3 comprende la cara superior 3s de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, el escariado superior, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado intermedio, considerando que esta parte del escariado intermedio de la parte central superior del semiproducto 3 es complementaria de la parte del escariado intermedio de la parte central inferior del semiproducto 3.
- Típicamente, un semiproducto 3 de este tipo que incluye un anillo dotado de una brida puede constituir una corona de puente de un vehículo automóvil.
- En el ejemplo de realización ilustrado en las Figuras 10A a 10C, la parte central del semiproducto 3 incluye una corona 3c y una brida 3t asociada con un cubo central 3m que delimita el escariado interior 3a. La parte central del semiproducto 3c presenta una huella superior 3es de forma anular delimitada entre los rebordes del cubo central 3m y de la corona 3c, así como una huella inferior 3ei de forma anular delimitada entre los rebordes del cubo central 3m y de la corona 3c. Según este ejemplo de realización, la parte central inferior del semiproducto 3 comprende la cara inferior 3i de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, la huella inferior 3ei, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado interior 3a, mientras que la parte central superior del semiproducto 3 comprende la cara superior 3s de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, la huella superior 3es, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado interior 3a, considerando que esta parte del escariado interior 3a de la parte central superior del semiproducto 3 es complementaria de la parte del escariado interior 3a de la parte central inferior del semiproducto 3.
- En el ejemplo de realización ilustrado en las Figuras 11A a 11C, la parte central del semiproducto 3 incluye una corona 3c, una brida 3t asociada con un cubo central 3m que delimita el escariado interior 3a, así como formas adicionales de refuerzo axisimétricas 3r. Por supuesto, estas formas adicionales podrían ser no axisimétricas o incluir formas de aligeramiento axisimétricas o no. En el ejemplo ilustrado, la parte central del semiproducto 3 incluye formas adicionales de refuerzo 3r realizadas en forma de brazos de conexión habilitados entre los rebordes del cubo central 3m y de la corona 3c. Por supuesto, la parte central del semiproducto 3 puede incluir formas adicionales 3r con otras diversas geometrías. Según este ejemplo de realización, la parte central inferior del semiproducto 3 comprende la cara inferior 3i de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, la huella inferior 3ei, las formas adicionales 3r, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado interior 3a, mientras que la parte central superior del semiproducto 3 comprende la cara superior 3s de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p, la huella superior 3es, las formas adicionales 3r, así como eventualmente una parte o la totalidad del escariado interior 3a, considerando que esta parte del escariado interior 3a de la parte central superior del semiproducto 3 es complementaria de la parte del escariado interior 3a de la parte central inferior del semiproducto 3.
- Tal como se ilustra por las Figuras, el equipo 1 incluye un punzón inferior fijo 4, inmovilizado de forma apropiada sobre la base 2a del equipo, montada solidaria con la mesa de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2. El punzón 4 está habilitado para delimitar un soporte 4a de puesta en posición del semiproducto a forjar 3. El equipo 1 incluye, igualmente, un contrapunzón denominado superior 5 con respecto al punzón inferior 4. El contrapunzón 5 está montado móvil verticalmente según el eje vertical Z para ocupar ya sea una posición inferior para la que el punzón 4 y el contrapunzón 5 se inmovilizan encerrando el semiproducto 3, ya sea una posición superior para la que el contrapunzón 5 se libera con respecto al semiproducto 3 para permitir la colocación del semiproducto 3 y la extracción con respecto al punzón 4, del semiproducto extrudido 3.
- El contrapunzón 5 se desplaza verticalmente en acercamiento-separación con respecto al punzón 4 de cualquier manera apropiada. En el ejemplo de realización ilustrado en los dibujos, el contrapunzón 5 está montado solidario con el vástago 6a de un gato hidráulico 6 cuyo cuerpo 6b está fijado sobre un bastidor soportado 7, por ejemplo, por

la mesa 2a de la máquina de forjatura en caliente o en semicaliente 2. El gato hidráulico 6 está pilotado por un circuito de control no representado que permite desplazar verticalmente el contrapunzón 5 para ocupar ya sea la posición inferior de inmovilización del semiproducto 3, ya sea la posición superior de liberación para la colocación del semiproducto 3 o la retirada del semiproducto extrudido 3.

5 Cabe señalar que el punzón 4 y el contrapunzón 5 inmovilizan el semiproducto 3, de manera que la parte periférica 3p de la corona que debe recibir el dentado de engranaje 3d se extiende sobresaliendo con respecto al punzón 4 y al contrapunzón 5. En otras palabras, la parte periférica 3p de la corona que debe recibir el dentado de engranaje 3d rebasa radialmente según la dirección perpendicular al eje vertical Z, con respecto al punzón 4 y al contrapunzón 5 para permitir la operación de extrusión, como se explicará esto en la continuación de la descripción.

10 Cabe considerar que el soporte 4a del punzón 4 está habilitado para presentar una huella complementaria a la parte central inferior del semiproducto 3 para soportar el semiproducto 3. Como se explicó anteriormente, la parte central inferior del semiproducto puede tomar diversas geometrías, como se ilustra, por ejemplo, en las Figuras 5A-5C, 7A-7C, 10A-10C y 11A-11C.

15 De manera análoga, el contrapunzón 5 está habilitado con una huella complementaria a la parte central superior del semiproducto 3 para formar una parte de sujeción 5s del semiproducto. De ello se deduce que el semiproducto 3 se inmoviliza estando sujeto con la ayuda del punzón 4 y del contrapunzón 5, que actúan sobre la parte central inferior y la parte central superior con la excepción, de este modo, de la parte periférica 3p del semiproducto 3 en la que se realiza el dentado de engranaje 3d.

20 La Figura 2A ilustra de manera más precisa un ejemplo de realización del soporte 4a del punzón 4 y de la parte de sujeción 5s del contrapunzón 5. El punzón 4 está realizado por un cilindro habilitado en su extremo superior para presentar un soporte 4a para el semiproducto 3. El soporte 4a del punzón está provisto en retirada de su cara transversal, de un resalte de tipo axisimétrico 4e sobre el que está en apoyo la cara inferior 3i del semiproducto 3 y, más precisamente, la cara inferior 3i de la corona 3c con la excepción de la parte periférica 3p. El resalte 4e delimita hasta el extremo del punzón, una sección cilíndrica de extremo 4b que presenta una cara transversal de extremo 4d sobre la que llega en apoyo la cara inferior de la brida 3t cuando el semiproducto está equipado con una brida 3t de este tipo.

25 Asimismo, el contrapunzón 5 está realizado por un cilindro habilitado en su extremo inferior para presentar la parte de sujeción 5s para el semiproducto 3. Esta parte de sujeción 5s del contrapunzón está provista en retirada de su extremo inferior, de un resalte de tipo axisimétrico 5e sobre el que está en apoyo la cara superior 3s del semiproducto 3. El resalte 5e delimita una sección cilíndrica 5b, que presenta una cara transversal 5d sobre la que llega en apoyo la cara superior de la brida 3t cuando el semiproducto está equipado con una brida 3t de este tipo.

30 De este modo, cuando el semiproducto 3 presenta un escariado interior 3a de diámetro constante (Figuras 7A-7C), el resalte 4e del punzón y el resalte anular 5e del contrapunzón 5 llegan a sujetar el semiproducto 3 entre sus caras superior e inferior, es decir, sobre las caras superior e inferior de la corona 3c fuera de la parte periférica 3p. El resalte 4e y la sección cilíndrica de extremo 4b del punzón y el resalte 5e y la sección cilíndrica 5b del contrapunzón llegan a inmovilizar el semiproducto 3. En este caso, la cara transversal de extremo 4d del punzón y la cara transversal 5d del contrapunzón 5 son contiguas. En el caso en que el semiproducto 3 presente un escariado interior 3a provisto de una brida 3t (Figuras 5A-5C), el semiproducto 3 se ajusta, por lo demás, por la cara transversal de extremo 4d de la sección cilíndrica de extremo 4b del punzón 4 y por la cara transversal 5d de la sección cilíndrica 5b del contrapunzón 5 que entran en contacto respectivamente con las caras inferior y superior de la brida 3t.

35 Por supuesto, como ya se ha explicado, en el caso en que el semiproducto 3 esté provisto de un cubo 3m con o sin las formas adicionales 3r, el punzón 4 y el contrapunzón 5 están habilitados para sujetar el semiproducto por las caras de la parte central inferior y de la parte central superior, que se extienden perpendicularmente al eje de simetría 3b.

40 Según una característica ventajosa de realización, el punzón 4 y el contrapunzón 5 incluyen al menos una parte de antideformación adaptada para cooperar con la totalidad de la parte central presentada por el semiproducto 3. En otras palabras, debe comprenderse que estas partes de antideformación presentan una geometría complementaria o congruente con la parte central del semiproducto 3 para evitar una deformación durante la extrusión del dentado de engranaje. Por supuesto, estas partes de antideformación se implementan cualquiera que sea la geometría de la parte central del semiproducto 3. De este modo, el punzón 4 y el contrapunzón 5 incluyen partes de antideformación que cooperan con la totalidad de la parte central del semiproducto que incluye una corona sola o asociada con una brida 3t y/o un cubo 3m y/o formas adicionales 3r. Esta o estas partes de antideformación se pueden habilitar indiferentemente sobre el punzón 4 y el contrapunzón 5. El punzón 4 posee una o más partes de antideformación que presentan, de este modo, una geometría complementaria o congruente con la totalidad de la parte central inferior, mientras que el contrapunzón 5 posee una o más partes de antideformación que presentan una geometría complementaria congruente con la totalidad de la parte central superior del semiproducto 3. Estas partes de antideformación comprenden esencialmente superficies que se extienden paralelamente al eje de simetría 3b para evitar la deformación radial del semiproducto 3.

En el caso en que el semiproducto 3 esté provisto de una brida 3t, las partes de antideformación están adaptadas para cooperar con la totalidad del escariado interior 3a, es decir, con sus tres partes, a saber, el escariado superior, el escariado intermedio y el escariado inferior. En el ejemplo de realización ilustrado en la Figura 2A, el punzón 4 incluye como parte de antideformación, la sección cilíndrica de extremo 4b que presenta una forma congruente con el escariado inferior del semiproducto 3 para llegar a acoplarse en el interior del escariado inferior del semiproducto 3. Asimismo, el contrapunzón 5 incluye como parte de antideformación, la sección cilíndrica 5b que presenta una forma congruente con el escariado superior del semiproducto 3 para llegar a acoplarse en el interior del escariado superior del semiproducto 3. En el ejemplo ilustrado, el contrapunzón 5 incluye una segunda parte de antideformación, a saber, una sección cilíndrica de extremo 5c que presenta una forma congruente con el escariado intermedio delimitado por la brida 3t del semiproducto 3, para llegar a acoplarse en el interior de este escariado intermedio del semiproducto 3. A tal efecto, un resalte de tipo axisimétrico 5d está habilitado en la sección cilíndrica 5b para delimitar esta sección cilíndrica de extremo 5c que se extiende hasta una cara de extremo 5f del contrapunzón 5. Este resalte intermedio 5d delimita la cara transversal de la sección cilíndrica 5b que está en apoyo sobre la cara superior de la brida 3t. Según este ejemplo, la cara de extremo 5f del contrapunzón 5 y la cara transversal de extremo 4d del punzón 4 son contiguas.

El equipo 1 según la invención incluye, igualmente, un portaherramientas 9 que soporta herramientas de extrusión 10 adaptadas para asegurar la forjadura del dentado de engranaje 3d sobre la cara de revolución exterior del semiproducto 3. A tal efecto, el portaherramientas 9 está habilitado para recibir la fuerza vertical de compresión del sistema de aplicación 2b de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2, de manera que se desplace al menos verticalmente para extrudir el dentado de engranaje 3d del semiproducto 3 durante el movimiento vertical de descenso de este sistema de aplicación 2d entre la posición alta de espera de forjadura (Figuras 2, 3, 6) para la que las herramientas de extrusión 10 están situadas por encima del soporte 4a y la posición baja de postforjadura para la que las herramientas de extrusión 10 están situadas enteramente por debajo del soporte 4a (Figura 4).

El portaherramientas 9 está habilitado para poder posicionarse alrededor del punzón 4 y del contrapunzón 5. De este modo, el portaherramientas 9 presenta ventajosamente la forma de árbol hueco para ser atravesado por el contrapunzón 5 y el punzón 4. El portaherramientas 9 posee un escariado cilíndrico 9a para permitir el acoplamiento del contrapunzón 5 y del punzón 4 durante su desplazamiento vertical entre su posición alta de espera de forjadura y su posición baja de postforjadura.

Ventajosamente, el portaherramientas 9 incluye una ventana de extracción 9f habilitada de manera que en posición baja de postforjadura, la ventana de extracción 9f esté girada para permitir una extracción del semiproducto extrudido 3 (Figura 4). En otras palabras, esta ventana de extracción 9f está habilitada de manera que permita la colocación del semiproducto 3 sobre el soporte del punzón o la retirada del semiproducto extrudido 3 de este soporte. Esta ventana de extracción 9f está adaptada para autorizar la robotización de estas operaciones, a saber, en particular, la colocación del semiproducto 3 sobre el soporte del punzón y la retirada del semiproducto extrudido 3 de este soporte.

El portaherramientas 9 está adaptado, igualmente, para posicionar las herramientas de extrusión 10 de manera que en el transcurso de su desplazamiento vertical, las herramientas de extrusión 10 puedan forjar el dentado de engranaje 3d sobre la cara de revolución exterior del semiproducto 3. A tal efecto, las herramientas de extrusión 10 se presentan en forma de al menos un anillo 10a destinado a rodear y cooperar con la cara de revolución exterior del semiproducto 3. Tal como se desprende esto de la Figura 8, las herramientas de extrusión 10 incluyen varios anillos superpuestos 10a, mientras que en el ejemplo ilustrado en la Figura 9, las herramientas de extrusión 10 incluyen un solo anillo 10a. Cada anillo 10a está provisto a partir de su escariado central, de dientes de extrusión 10b habilitados para realizar el dentado de engranaje 3d del semiproducto 3. Los dientes de extrusión 10b de las herramientas de extrusión 10 presentan una tasa de formación que aumenta de manera progresiva según el sentido de desplazamiento vertical del portaherramientas 9. Se recuerda que la tasa de formación corresponde a la tasa de penetración de las herramientas de extrusión 10 en el semiproducto 3.

En el ejemplo ilustrado en la Figura 8, la tasa de formación varía de manera incremental entre cada anillo 10a para dominar el flujo de materia y garantizar la geometría final. Debe comprenderse que la tasa de formación del anillo que primero forja el semiproducto 3 es más escasa que la tasa de formación del anillo que forja a continuación el semiproducto 3. La tasa de formación del anillo situado en el extremo inferior de las herramientas de extrusión 10 es más escasa que la tasa de formación del anillo situado por encima y, de este modo, como continuación. En el ejemplo ilustrado en la Figura 9, las herramientas de extrusión 10 están realizadas por un anillo monobloque que asegura una conformación progresiva. La tasa de formación de este anillo varía de manera continua aumentando de la parte que comienza la forjadura hasta la parte que termina la forjadura. En otras palabras, la tasa de formación de las herramientas de extrusión 10 aumenta a partir de la cara inferior de las herramientas de extrusión 10. Por ejemplo, esta tasa de formación varía de manera continua y de forma no lineal.

Debe comprenderse que el portaherramientas 9 está sometido al desplazamiento vertical del sistema de aplicación 2b de la fuerza de compresión de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2. A tal efecto, la fuerza de compresión del sistema de aplicación 2b de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2 se aplica al

portaherramientas 9 de cualquier manera apropiada. En el ejemplo ilustrado, el portaherramientas 9 incluye un conjunto de apoyo, tal como una placa 9b sobre la que actúa el sistema de aplicación 2b de la fuerza de compresión.

5 En el ejemplo ilustrado, el portaherramientas 9 se desplaza según el eje vertical por mediación de una placa 9b empujada hacia abajo por el sistema de aplicación 2b de la fuerza vertical. La corredera 2b de la prensa, llegada a posición baja, sube sin interrupción de ciclo a su posición alta.

10 Después del desplazamiento vertical del sistema de aplicación 2b de la fuerza de compresión de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2, el portaherramientas 9 ocupa la posición baja de postforjadura para la que las herramientas de extrusión 10 rodean el punzón 4. Después de quitar el semiproducto extrudido 3, un sistema adjunto 11, por ejemplo, de tipo hidráulico, devuelve el portaherramientas 9 de su posición baja de postforjadura a la posición alta de espera e inicio de un nuevo ciclo. En esta posición alta de espera de forjadura, las herramientas de extrusión 10 rodean el contrapunzón 5 estando situadas por encima del soporte 4a para el semiproducto 3.

15 Según un primer modo de realización ilustrado en la Figura 6, el portaherramientas 9 posee únicamente un desplazamiento vertical que permite forjar un dentado de engranaje recto 3d sobre la cara de revolución exterior del semiproducto 3, como se ilustra en la Figura 7B. Según un segundo modo de realización ilustrado en las Figuras 1 a 4, el portaherramientas 9 posee un movimiento vertical según el eje vertical Z combinado con un movimiento de rotación alrededor del eje vertical Z que permite forjar un dentado de engranaje helicoidal 3d sobre la cara exterior del semiproducto 3, como se ilustra en las Figuras 5B, 10b, 11B. Por supuesto, los dentados de engranajes rectos y helicoidales pueden realizarse sobre cualquier semiproducto 3 cuyas diversas geometrías de la parte central se dan a título de ejemplo en las Figuras.

25 Según el segundo modo de realización adaptado para forjar un dentado de engranaje helicoidal (Figuras 1 a 4), el portaherramientas 9 forma parte de un equipamiento móvil de extrusión 12 que incluye un mecanismo de transformación 13 del movimiento vertical de descenso del sistema de aplicación 2b de una fuerza vertical de compresión, en un movimiento de rotación alrededor del eje vertical Z que es función de la inclinación del dentado de engranaje helicoidal 3d del semiproducto 3. De este modo, la forjadura del dentado de engranaje helicoidal 3d del semiproducto 3 se realiza durante el movimiento vertical de descenso del sistema de aplicación 2d de una fuerza vertical de compresión entre la posición alta de espera de forjadura y la posición baja de postforjadura.

30 Según el ejemplo ventajoso de realización ilustrado en las Figuras 1 a 4, el equipamiento móvil de extrusión 12 incluye en calidad de mecanismo de transformación 13, una corona dentada 13a montada solidaria con el portaherramientas 9. Esta corona dentada 13a está guiada en rotación según el eje vertical Z con respecto al conjunto de apoyo 9b habilitado para recibir la fuerza vertical de compresión del sistema 2b de la máquina de forjadura. Típicamente, un tope de rodillos cilíndricos 13c está montado entre el conjunto de apoyo 9b y el portaherramientas 9 para retomar la carga axial como complemento del guiado en rotación con respecto al conjunto de apoyo 9b, siendo arrastrado en rotación el portaherramientas 9 por la corona dentada 13a.

40 La corona dentada 13a coopera de forma diametralmente opuesta con cremalleras 13d. Las dos cremalleras 13d están dispuestas de manera simétricamente opuesta con respecto al eje vertical de simetría de la corona dentada 13a, estando orientadas perpendicularmente al eje vertical Z. Estas cremalleras 13d se desplazan en traslación horizontal según sentidos opuestos con la ayuda de accionadores 13e de cualesquiera tipos conocidos en sí. Por ejemplo, los accionadores 13e son gatos hidráulicos que desplazan en sincronismo las cremalleras 13d según traslaciones de sentidos contrarios. El funcionamiento de los accionadores 13e está asegurado por un dispositivo de control 13f que asegura que el movimiento de traslación horizontal de las cremalleras 13d esté sincronizado con el movimiento vertical de descenso del equipamiento móvil de extrusión 12. El dispositivo de control 13f asegura que la rotación del portaherramientas 9 esté retroalimentada por una ley helicoidal, al movimiento de descenso vertical del sistema de aplicación 2b de una fuerza vertical de compresión de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2. El dispositivo de control 13f se puede realizar de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, el dispositivo de control 13f incluye un sistema de retroalimentación de accionadores cuyos desplazamientos se miden por sensores.

55 En el ejemplo de realización ilustrado en las Figuras, el equipamiento móvil de extrusión 12 incluye, en calidad de mecanismo de transformación de movimiento 13, una corona dentada 13a que coopera con cremalleras desplazadas hidráulicamente según sentidos opuestos. Por supuesto, el mecanismo de transformación de movimiento 13 se puede realizar de cualquier otra manera apropiada, como, por ejemplo, por un servomotor de tornillo de rodillo retroalimentado digitalmente a la posición según el eje vertical Z de la placa 9b.

60 La fabricación de los sentidos de inclinación de dentado de engranaje helicoidal a la derecha o a la izquierda implica la inversión del sentido de rotación del portaherramientas obtenida realizando el desplazamiento en el sentido opuesto de los accionadores 13e de las cremalleras 13d.

65 La implementación del equipo 1 descrito anteriormente se deriva directamente de la descripción que antecede. Como se ha explicado, el equipo 1 se implementa en combinación con una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2. El basamento del punzón 4 está montado fijamente sobre la base 2a de la máquina de forjadura en

caliente o en semicaliente 2 y el conjunto de apoyo 9b del portaherramientas 9 está montado para experimentar la aplicación de la fuerza vertical de compresión del sistema 2b de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2.

5 Para la implementación de la fase de extrusión, el procedimiento consiste en colocar el conjunto de apoyo 9b en posición alta de espera de forjadura y el contrapunzón 5 se posiciona para ocupar una posición superior separada con respecto al punzón 4 (Figura 2). Un semiproducto 3, previamente preforjado sobre prensa vertical, se coloca, en el calor de forja o después de un recalentamiento destinado a homogeneizar su temperatura, sobre el soporte 4a del punzón 4 para forjar un dentado de engranaje 3d sobre su cara de revolución exterior 3e.

10 El gato hidráulico 6 se controla para bajar verticalmente el contrapunzón 5 en posición inferior, con el fin de inmovilizar el semiproducto 3 entre el punzón 4 y el contrapunzón 5. En esta posición de bloqueo, la parte periférica 3p del semiproducto 3 se encuentra libre con respecto al punzón 4 y al contrapunzón 5 para permitir la extrusión del dentado de engranaje 3d sobre la cara de revolución exterior de esta parte periférica 3p, por las herramientas de extrusión 10. En esta posición ilustrada en la Figura 3, las herramientas de extrusión 10 rodean el contrapunzón 5 estando situadas por encima del semiproducto 3.

15 El sistema de aplicación 2b de una fuerza de compresión de la máquina de forjadura en caliente o en semicaliente 2 se controla para aplicarla sobre el portaherramientas 9, una fuerza vertical de compresión, móvil según un movimiento vertical de descenso. De este modo, el portaherramientas 9 se desplaza verticalmente, de modo que las herramientas de extrusión 10 atraviesen exteriormente el semiproducto 3 para realizar el dentado de engranaje exclusivamente por extrusión.

25 Cabe señalar que en el caso en que se extruda un dentado de engranaje recto sobre el semiproducto 3, entonces, el portaherramientas 9 únicamente se desplaza verticalmente (Figuras 6 y 7). Para forjar un dentado de engranaje helicoidal sobre el semiproducto 3 (Figuras 1 a 5), el portaherramientas 9 se arrastra en rotación con respecto al conjunto de apoyo 9b sobre el que se aplica la fuerza de compresión del sistema de aplicación. Esta rotación realizada por el mecanismo de transformación 13 está sincronizada con el movimiento vertical de descenso del portaherramientas 9, en función de la inclinación del dentado de engranaje helicoidal del semiproducto 3.

30 Al final de la extrusión, el portaherramientas 9 se mantiene en una posición baja de postforjadura para la que las herramientas de extrusión 10 están situadas enteramente por debajo del soporte 4a y alrededor del punzón 4. El portaherramientas 9 se mantiene en la posición baja de postforjadura para permitir recuperar el semiproducto extrudido 3. A tal efecto, el gato hidráulico 6 del contrapunzón 5 se pilota para permitir la liberación del contrapunzón 5 con respecto al punzón 4 (Figura 4).

35 El semiproducto extrudido 3 se retira del soporte del punzón 4 a través de la ventana de extracción 9f que permite, a continuación, la subida, con la ayuda del sistema adjunto 11, del portaherramientas 9 y de las herramientas de extrusión 10, a su posición alta de espera de forjadura para permitir la extrusión de otro semiproducto. El semiproducto extrudido se recupera, de este modo, a través de la ventana de extracción 9f, antes de la subida del portaherramientas 9 a su posición alta de espera de forjadura. Cabe señalar que en el caso en que se extruda un dentado de engranaje recto sobre el semiproducto 3, entonces, el semiproducto extrudido 3 se puede retirar del soporte del punzón 4 después de la subida del portaherramientas 9 y de las herramientas de extrusión 10, a su posición alta de espera de forjadura.

45 De la descripción se desprende que una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente convencional 2, tal como una prensa para forjar provista de un equipo 1 de acuerdo con la invención, proporciona la fuerza motriz necesaria para formar el dentado de engranaje de un semiproducto 3. La conformación del dentado de engranaje se obtiene por extrusión recta o helicoidal en semicaliente o en caliente, tal como se describió anteriormente. Realizando el dentado de engranaje por una operación de deformación plástica y no por un procedimiento de corte, el fibrado procedente de la forjadura contribuye a mejorar su resistencia mecánica al nivel del pie del dentado de engranaje. La elección de la materia del semiproducto 3 permite superar restricciones vinculadas a los procedimientos anteriores que implementan un mecanizado asociado a tratamientos térmicos complejos. La utilización de acero fuertemente aleado para el semiproducto 3, permite realizar el endurecimiento de los dientes sin que sea necesario proceder previamente a un tratamiento de modificación de las propiedades físico-químicas superficiales del material por enriquecimiento de la tasa de carbono. Se pueden utilizar materiales con mayor tasa de carbono que permiten obtener gradientes de durezas especificados en las especificaciones.

50 De forma complementaria, el semiproducto extrudido 3 puede someterse a una operación de temple superficial. El temple superficial por inducción, adaptado a la fuerte capacidad de temple del material es un procedimiento fácil de industrializar, económico y respetuoso con el medio ambiente. El objeto de la invención permite obtener un semiproducto extrudido complejo 3 provisto de un dentado de engranaje de geometría precisa y adecuado para su acabado por rectificado en función del nivel de precisión buscado.

65 Por otro lado, cabe señalar que a todo lo largo de la operación de forjadura, el semiproducto 3 está inmovilizado y fijo. Las herramientas de extrusión 10 atraviesan en su totalidad y sin interrupción el semiproducto 3, que limita al

mínimo el tiempo de contacto entre el semiproducto 3 y las herramientas de extrusión. De ello se deduce una reducción de la fatiga térmica de las herramientas de extrusión, que favorece su vida útil.

- 5 Según una característica ventajosa de la invención, cabe señalar que a todo lo largo de la operación de forjadura, el punzón 4 y el contrapunzón 5 evitan la expansión de materia según el eje vertical, pero, igualmente, por la o las parte(s) de antideformación, la expansión radial de la materia, que contribuye al llenado de materia del dentado de engranaje. El punzón 4 y el contrapunzón 5 ofrecen la ventaja de poder realizar dentados de engranajes sobre un semiproducto 3 con una parte central que puede presentar una geometría compleja.

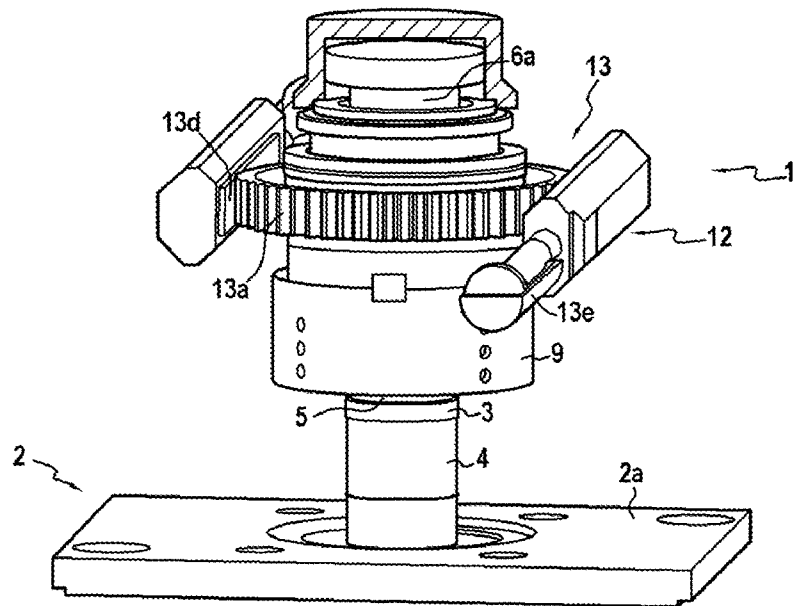
REIVINDICACIONES

1. Equipo para una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente (2) que incluye un sistema de aplicación (2b) de una fuerza vertical de compresión, móvil según un movimiento vertical de descenso y según un movimiento vertical de subida entre una posición alta de espera de forjadura y una posición baja de postforjadura, estando destinado el equipo (1) a forjar un dentado de engranaje (3d) sobre una cara de revolución exterior de una parte periférica de un semiproducto (3) que presenta una parte central superior que se extiende en oposición a una parte central inferior, incluyendo el equipo:
- un punzón inferior fijo (4) habilitado para delimitar un soporte (4a) para la parte central inferior del semiproducto a forjar;
 - un contrapunzón superior (5) habilitado para presentar una parte de sujeción para la parte central superior del semiproducto, estando montado este contrapunzón (5) móvil verticalmente para ocupar una posición inferior para la que el punzón y el contrapunzón inmovilizan el semiproducto con su parte periférica que se extiende sobresaliendo con respecto al punzón (4) y al contrapunzón (5) y una posición superior para la que el contrapunzón se libera con respecto al semiproducto para permitir la colocación del semiproducto y la extracción con respecto al punzón, del semiproducto extrudido;
 - un portaherramientas (9) atravesado por el contrapunzón (5) y que soporta herramientas de extrusión (10) que se presentan en forma de al menos un anillo provisto a partir de su escariado, de dientes de extrusión (10b) habilitados con una tasa de formación que varía de manera progresiva para realizar el dentado de engranaje sobre el semiproducto, estando habilitado el portaherramientas (9) para recibir la fuerza vertical de compresión del sistema de aplicación (2b) de la máquina de forjadura, de manera que se desplace al menos verticalmente para extrudir el dentado de engranaje (3d) del semiproducto durante el movimiento vertical de descenso del sistema de aplicación (2b) de la fuerza vertical de compresión entre la posición alta de espera de forjadura para la que las herramientas de extrusión están situadas por encima del soporte (4a) y la posición baja de postforjadura caracterizado por que, en dicha posición baja de postforjadura, las herramientas de extrusión (10) están situadas enteramente por debajo del soporte (4a) y alrededor del punzón (4).
2. Equipo según la reivindicación anterior, según el que el portaherramientas (9) forma parte de un equipamiento móvil de extrusión (12) destinado a forjar un dentado de engranaje helicoidal, incluyendo este equipamiento móvil de extrusión (12) un mecanismo de transformación (13) del movimiento vertical de descenso del sistema de aplicación (2b) de una fuerza vertical de compresión entre la posición alta de espera de forjadura y la posición baja de postforjadura, en un movimiento de rotación que es función de la inclinación del dentado de engranaje helicoidal del semiproducto.
3. Equipo según la reivindicación 2, según el que el equipamiento móvil de extrusión (12) incluye en calidad de mecanismo de transformación (13):
- * una corona dentada (13a) montada solidaria con el portaherramientas (9) y guiada en rotación según un eje vertical con respecto a un conjunto de apoyo (9b) habilitado para recibir la fuerza vertical de compresión del sistema de aplicación (2b) de la máquina de forjadura, cooperando esta corona dentada (13a) de forma diametralmente opuesta con cremalleras (13d);
 - * accionadores (13e) para desplazar las cremalleras (13d) en traslación horizontal según sentidos opuestos;
 - * un dispositivo de control (13f) de los accionadores (13e) de manera que el movimiento de traslación horizontal de las cremalleras (13d) esté sincronizado con el movimiento vertical de descenso del equipamiento móvil de extrusión.
4. Equipo según una de las reivindicaciones anteriores, según el que las herramientas de extrusión (10) se presentan en forma de un anillo (10a) cuyos dientes de extrusión definen una tasa de formación que varía de manera continua y de forma no lineal.
5. Equipo según una de las reivindicaciones 1 a 3, según el que las herramientas de extrusión (10) incluyen varios anillos solidarios (10a) que definen una tasa de formación que varía de manera incremental de un anillo al otro.
6. Equipo según una de las reivindicaciones anteriores, según el que el portaherramientas (9) incluye una ventana de extracción (9f) habilitada de manera que en posición baja de postforjadura, la ventana de extracción esté girada para permitir una colocación del semiproducto y una extracción del semiproducto extrudido.
7. Equipo según una de las reivindicaciones anteriores, según el que el soporte del punzón (4) y la parte de sujeción del contrapunzón (5) incluyen partes de antideformación (4b, 5b, 5c) que presentan geometrías complementarias respectivamente con la parte central inferior y la parte central superior del semiproducto para cooperar con la totalidad de la parte central presentada por el semiproducto (3).
8. Equipo según la reivindicación 7, según el que el punzón (4) y el contrapunzón (5) incluyen partes de antideformación que cooperan con la totalidad de la parte central del semiproducto que incluye una corona sola o asociada con una brida y/o un cubo y/o formas adicionales.
9. Equipo según una de las reivindicaciones 3 a 8, según el que el dispositivo de control (13f) incluye un sistema de

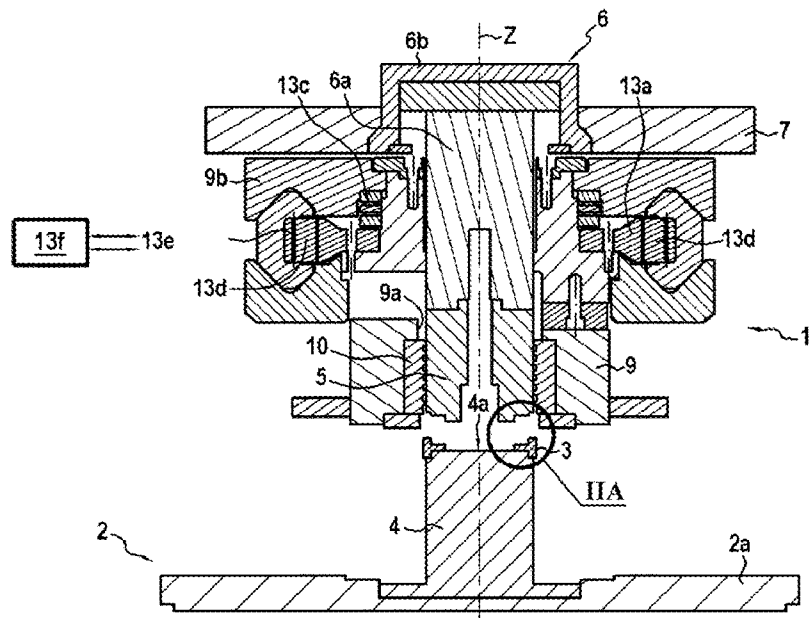
retroalimentación de accionadores cuyos desplazamientos se miden por sensores.

- 5 10. Procedimiento de forjadura del dentado de engranaje de un semiproducto con la ayuda de una máquina de forjadura en caliente o en semicaliente que incluye un sistema de aplicación (2b) de una fuerza vertical de compresión sobre un portaherramientas que incluye herramientas de extrusión (10) que se presentan en forma de al menos un anillo (10a) provisto a partir de su escariado, de dientes de extrusión (10b) habilitados para realizar el dentado de engranaje sobre la cara de revolución exterior del semiproducto, consistiendo el procedimiento en una fase de extrusión para:
- 10 - colocar el portaherramientas (9) en posición alta de espera de forjadura;
- 10 - colocar el semiproducto por su parte central inferior, sobre el soporte de un punzón fijo inferior (4);
- 10 - bajar verticalmente un contrapunzón (5) en posición inferior, con el fin de inmovilizar el semiproducto por su parte central inferior y su parte central superior, entre el punzón y el contrapunzón;
- 15 - activar el descenso vertical del sistema de aplicación (2b) de una fuerza de compresión para desplazar el portaherramientas (9), con el fin de que las herramientas de extrusión (10) atraviesen exteriormente el semiproducto para realizar el dentado de engranaje exclusivamente por extrusión;
- 15 y caracterizado por
- 15 - mantener el portaherramientas (9) en una posición baja de postforjadura, en la que las herramientas de extrusión (10) están situadas enteramente por debajo del soporte (4a) y alrededor del punzón (4) para, después de la subida del contrapunzón (5) a su posición superior que permite liberar el semiproducto extrudido, recuperar el semiproducto extrudido;
- 20 - subir el portaherramientas (9) a su posición alta de espera de forjadura.
11. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 10, según el que el semiproducto extrudido se recupera a través de una ventana de extracción (9f) habilitada en el portaherramientas (9), antes de la subida del portaherramientas (9) a su posición alta de espera de forjadura.
- 25 12. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 10 u 11, que consiste para forjar un dentado de engranaje helicoidal, en asegurar la rotación del portaherramientas (9) con respecto a un conjunto de apoyo (9b) sobre el que se aplica la fuerza de compresión del sistema de aplicación, estando esta rotación sincronizada con el movimiento vertical de descenso del portaherramientas (9), en función de la inclinación del dentado de engranaje helicoidal del semiproducto.
- 30 13. Procedimiento de fabricación según una de las reivindicaciones 10 a 12, según el que la extrusión del dentado de engranaje se realiza con una progresión de la tasa de formación que varía de forma incremental o continua.
- 35 14. Procedimiento de fabricación según una de las reivindicaciones 10 a 13, según el que después de la fase de extrusión, el semiproducto extrudido se somete a una operación de temple superficial.
- 40 15. Máquina de forjadura en caliente o en semicaliente que incluye un equipo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9.

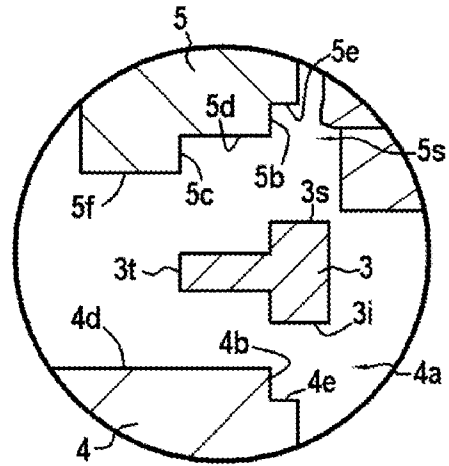
[Fig. 1]



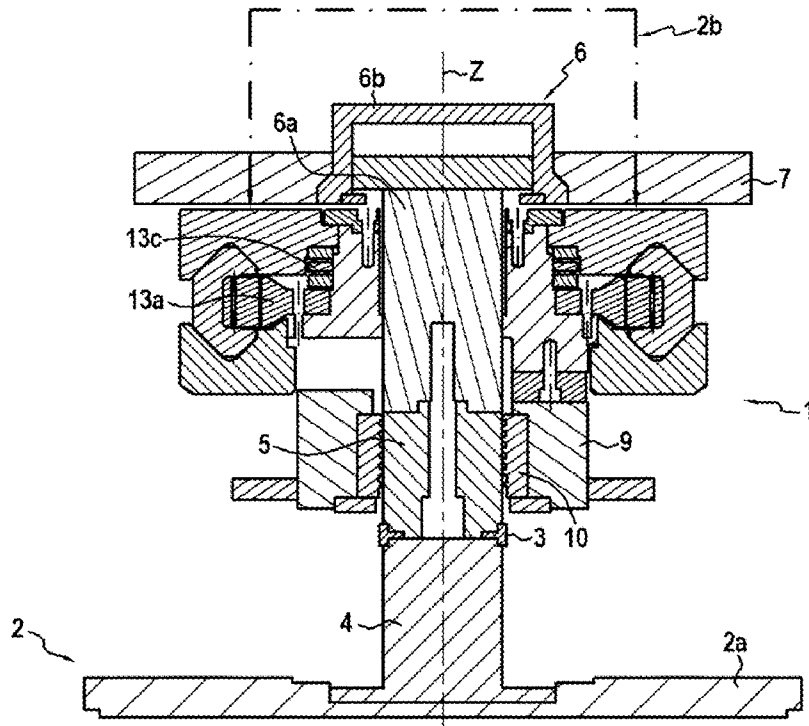
[Fig. 2]



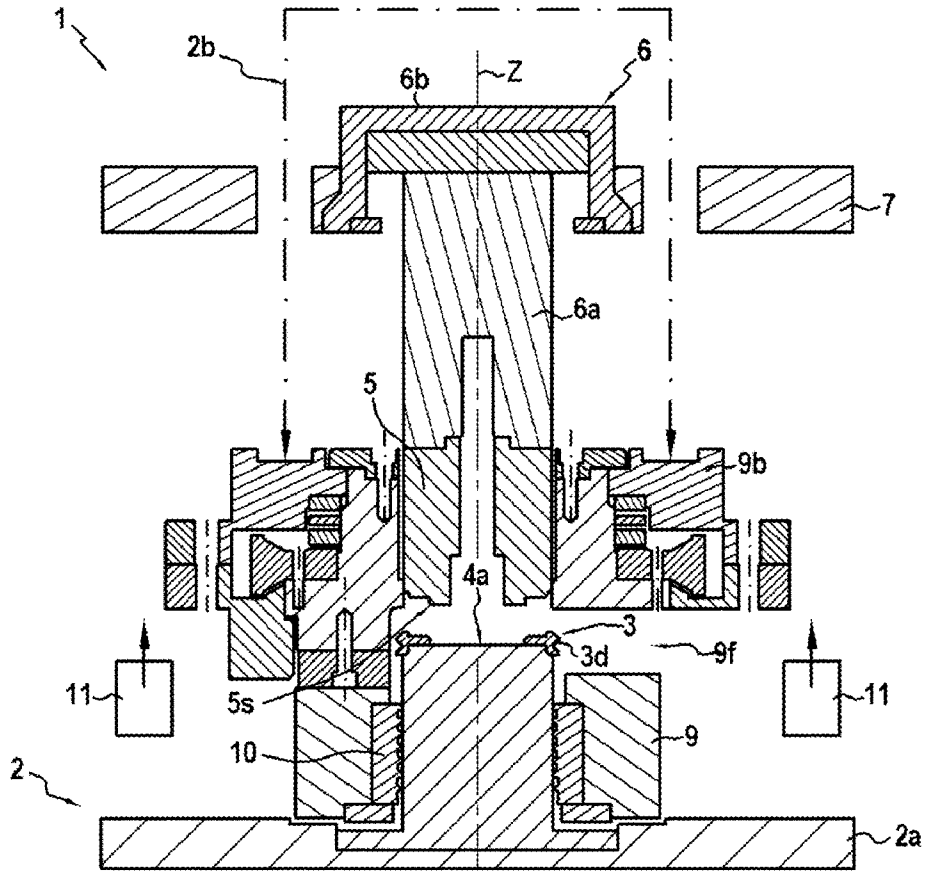
[Fig.2A]



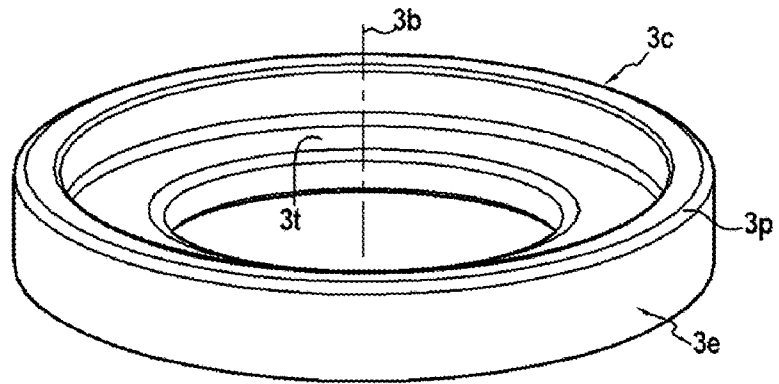
[Fig.3]



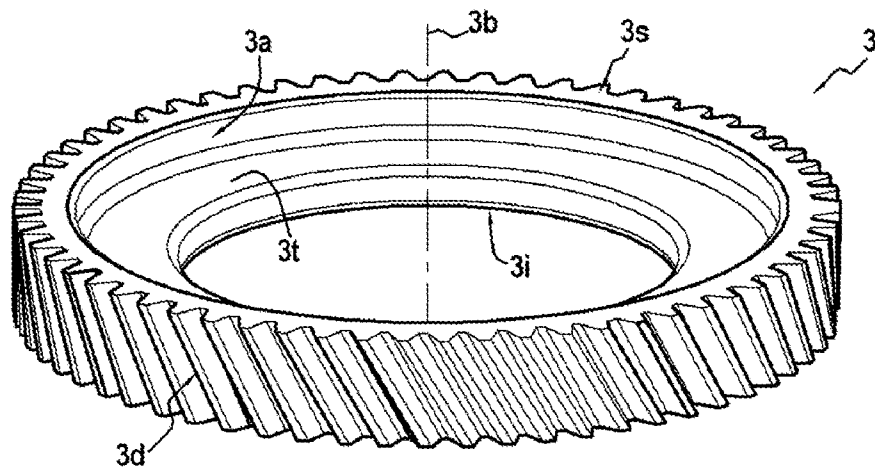
[Fig.4]



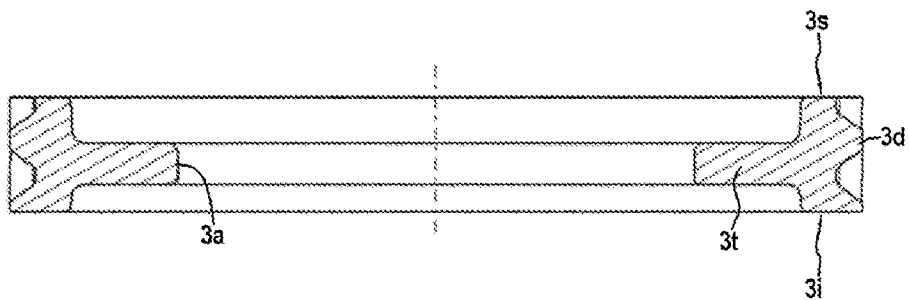
[Fig.5A]



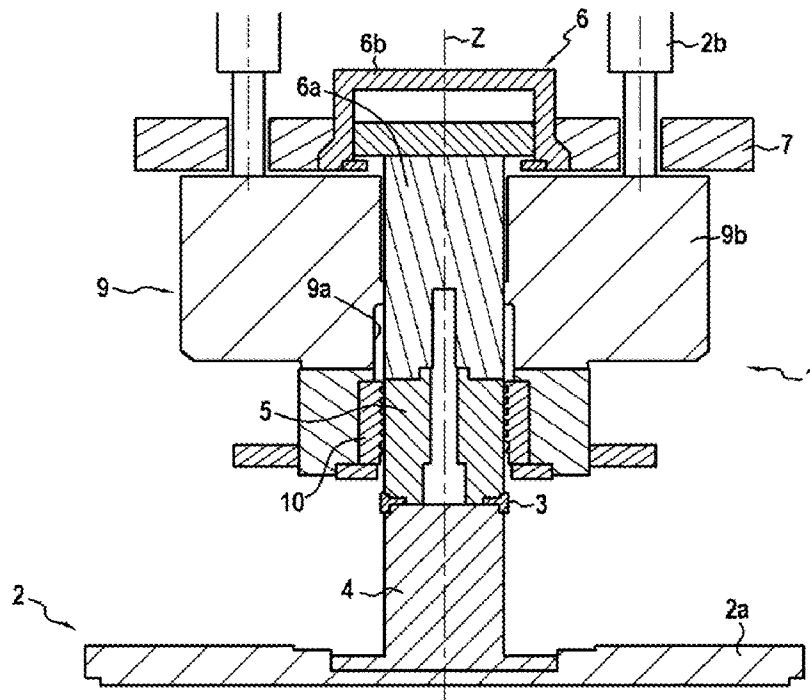
[Fig.5B]



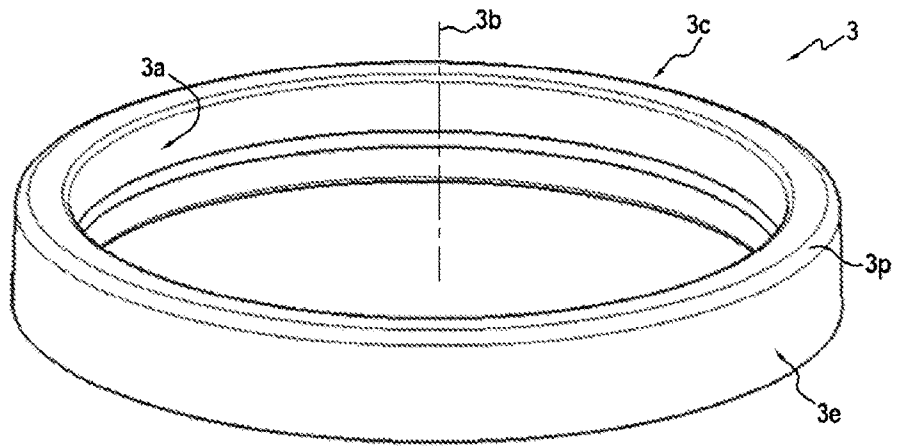
[Fig.5C]



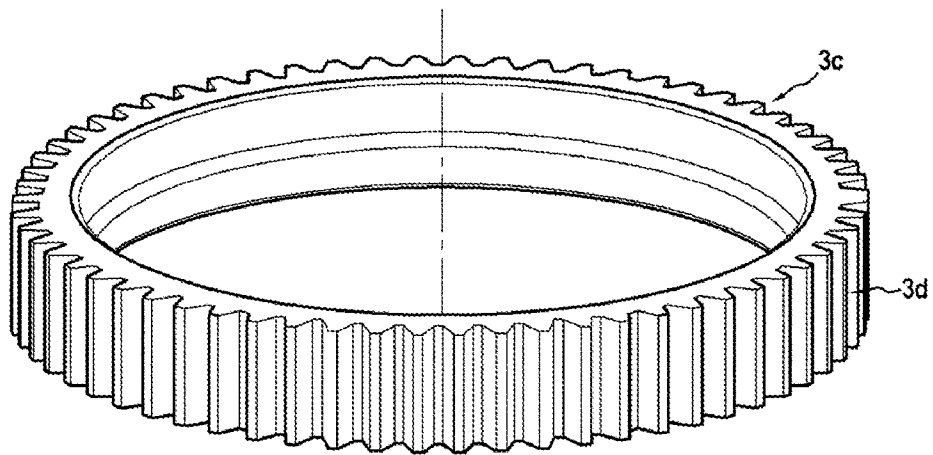
[Fig.6]



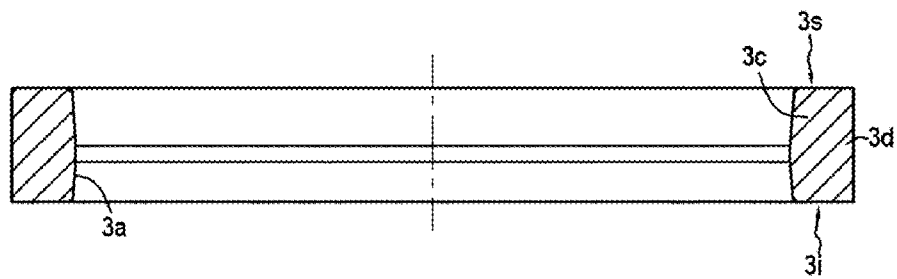
[Fig.7A]



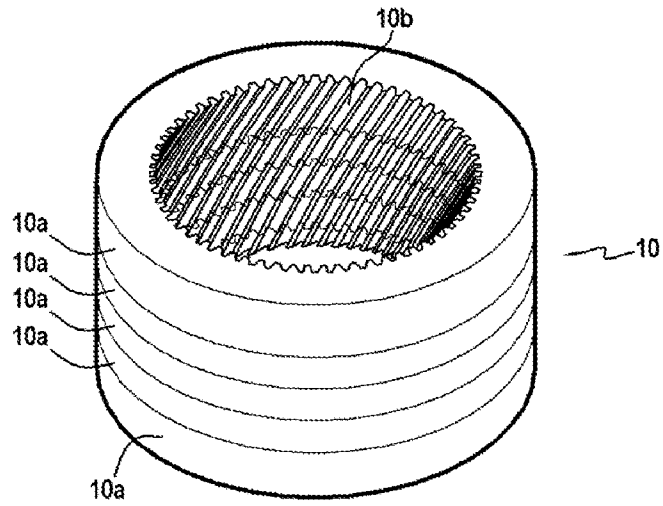
[Fig.7B]



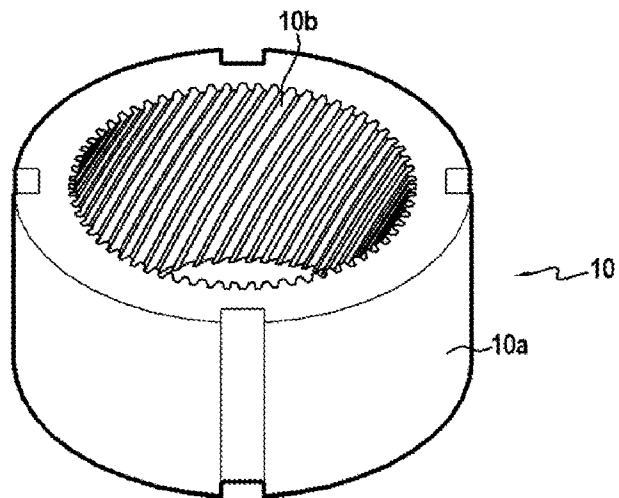
[Fig.7C]



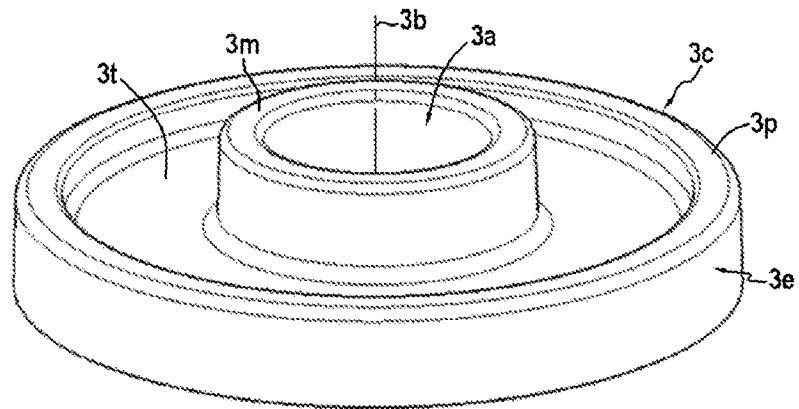
[Fig.8]



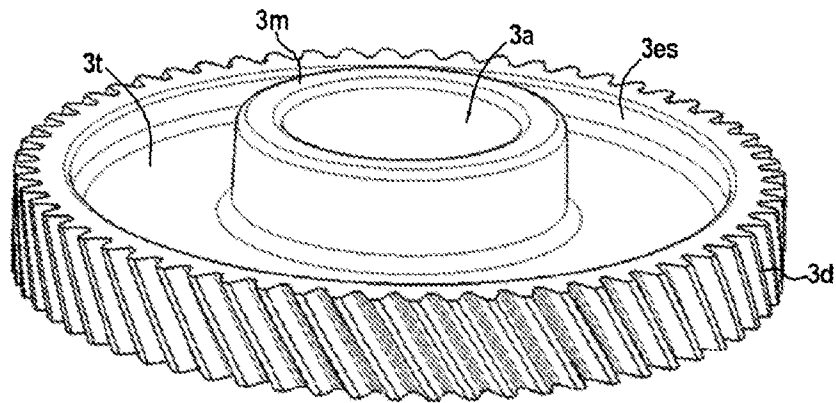
[Fig.9]



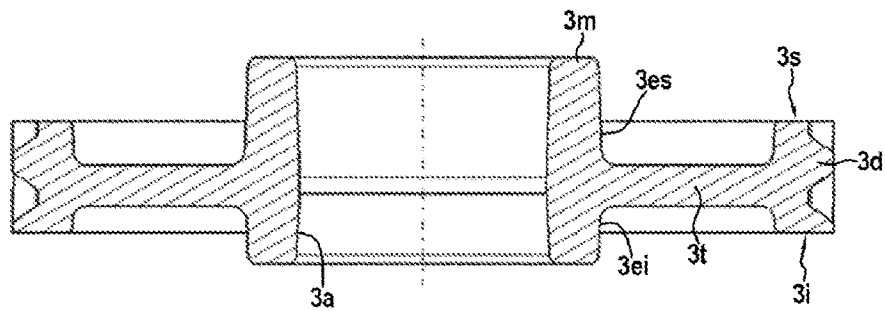
[Fig.10A]



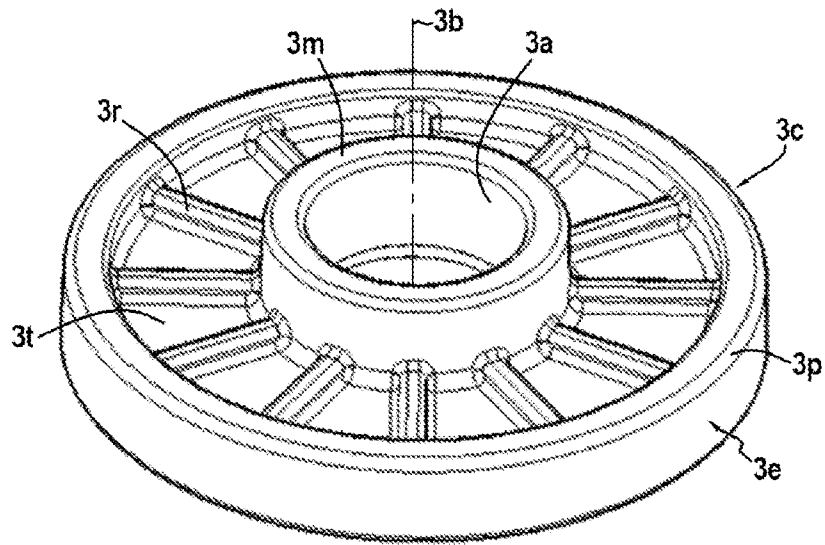
[Fig.10B]



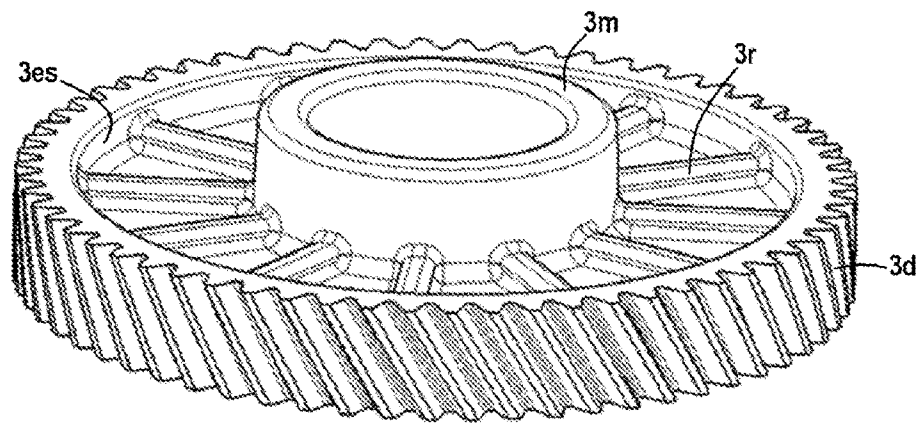
[Fig.10C]



[Fig.11A]



[Fig.11B]



[Fig.11C]

