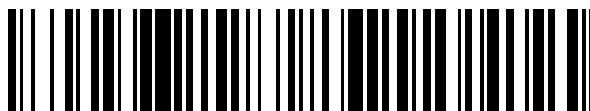


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 036**

51 Int. Cl.:

**F16D 1/10** (2006.01)

**F16D 3/18** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2018** **E 18150302 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019** **EP 3351816**

54 Título: **Componente de cubo para una unión de árbol y cubo, unión de árbol y cubo, así como procedimiento para la fabricación de un componente de cubo**

30 Prioridad:

**18.01.2017 DE 102017100944**

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

**19.06.2020**

73 Titular/es:

**LEISTRITZ EXTRUSIONSTECHNIK GMBH  
(100.0%)  
Markgrafenstraße 36-39  
90459 Nürnberg, DE**

72 Inventor/es:

**RECHTER, FRANK y  
WOLF, SVEN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 768 036 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

Componente de cubo para una unión de árbol y cubo, unión de árbol y cubo, así como procedimiento para la fabricación de un componente de cubo

- 5 La invención se refiere a un componente de cubo para una unión de árbol y cubo que comprende un dentado interior configurado en una perforación y que se extiende axialmente desde un extremo de la perforación hacia el otro extremo, con varios dientes y ranuras previstas entre los mismos.

Un componente de cubo de este tipo se utiliza habitualmente en dispositivos de accionamiento y forma parte de una unión de árbol y cubo. El componente de cubo se coloca en el árbol, por ejemplo, accionado, de manera que, en caso de una rotación del árbol, el mismo gire debido al encaje del dentado interior del componente de cubo en el dentado exterior del árbol.

Un ejemplo de una unión entre el árbol y el cubo como ésta es un husillo de extrusora que comprende un árbol de extrusora que presenta el dentado exterior longitudinal y en el que se coloca una pluralidad de distintos componentes de cubo en forma de elementos de husillo de extrusora dispuestos unos tras otros. Un árbol de extrusora de este tipo también se denomina a menudo vástago de husillo. Los componentes de cubo están perfilados por su lado exterior según la función específica del componente, pudiendo realizarse como elementos de transporte o elementos de amasado o similares.

Durante el funcionamiento del dispositivo de accionamiento, es decir, cuando el árbol se acciona activamente, en los puntos de introducción de fuerza del árbol en el o en cada componente de cubo en el canto de cubo del componente de cubo o del árbol se producen picos de tensión que pueden dar lugar a una deformación plástica en la zona de dentado del componente de cubo, es decir, en el propio canto de cubo, o del árbol (dependiendo de la combinación de materiales), hasta provocar un fallo. El motivo radica en que las fuerzas más altas en el canto de cubo de los componentes de cubo actúan sobre el componente de cubo o su dentado interior. La mayor parte del par de giro a transmitir por el árbol se transmite al componente de cubo en unos pocos milímetros visto desde el lado frontal del componente de cubo.

Como consecuencia se generan tensiones muy elevadas localmente limitadas también debidas a que el árbol se torsiona hasta cierto punto, especialmente en caso de pares de giro elevados, por lo que se producen diferentes grados de rigidez en el árbol y el componente de cubo. Estos picos de tensión también actúan de forma crítica por el lado del árbol, dado que en este caso se trata a menudo de un componente altamente mejorado que debe transmitir dinámicamente pares de giro elevados. Un deterioro plástico del árbol debido a eventuales puntos de penetración del dentado interior por el lado del componente en el dentado de árbol da lugar, tarde o temprano, a un fallo del árbol.

Para reducir estos picos de tensión, resultantes de la interacción del dentado exterior con el dentado interior, se conoce la posibilidad, por el documento DE 10 2011 112 148 B4, de eliminar mecánicamente el material de un componente de cubo, aquí en un elemento helicoidal de un husillo de extrusora, por un lado frontal en los dientes del dentado interior, es decir, estrechar ligeramente los dientes o ensanchar localmente las ranuras. Por lo tanto, en el estado colocado y descargado, resulta en esta zona una hendidura estrecha o una distancia entre el dentado exterior y el dentado interior, por lo que no existe ningún contacto. Durante el funcionamiento, incluso si se produce una torsión del árbol, sólo existe, en caso de producirse un contacto, una zona de contacto reducida, lo que reduce eventuales picos de tensión. Sin embargo, la fabricación de un componente de cubo o de un elemento de husillo de este tipo es muy costosa debido a la eliminación de material que se pretende conseguir.

La invención se basa, por consiguiente, en el problema de proponer un componente de cubo para una unión de árbol y cubo mejorada.

Para resolver este problema se prevé según la invención que, en un componente de cubo del tipo citado al principio, la dureza de cada diente en al menos un extremo al menos en un flanco de diente sea menor que en la zona del centro longitudinal del diente.

La invención propone reducir la dureza de cada diente localmente en al menos un extremo del componente de cubo, es decir, en la entrada de la perforación, en comparación con la dureza en la zona de diente interior, es decir, por ejemplo, en una zona del centro longitudinal del diente. Esta reducción de la dureza tiene lugar al menos en un flanco de diente de cada diente, preferiblemente en el flanco de diente que soporta la carga durante el funcionamiento si existe una dirección de giro preferida.

Gracias al ajuste específico de un perfil de dureza como éste se consigue un nivel de dureza reducido precisamente en la zona del componente de cubo relevante para la generación de los picos de tensión descritos al principio, por lo que el material o los dientes son más blandos y, por consiguiente, más elásticos, especialmente más blandos que los dientes o los flancos de diente del dentado exterior del árbol. Si durante el funcionamiento se produce una transmisión del par de giro combinada con una torsión del árbol, se puede lograr, debido a una cierta deformación elástica de los dientes del dentado interior en su zona más blanda, una reducción de los picos de tensión en el canto del componente de cubo, lo que reduce el riesgo de daños causados por los picos de tensión. En especial se evita un deterioro del árbol, dado que la dureza del dentado interior del componente de cubo en la zona de entrada es

preferiblemente menor que la dureza del dentado de árbol. En concreto, normalmente tanto los dentados interiores, como también los dentados exteriores están endurecidos, presentando en la mayoría de los casos el dentado interior una dureza mayor que el dentado exterior. No obstante, debido a la reducción local específica de la dureza en el dentado interior, éste presenta en el campo crítico preferiblemente un nivel más bajo o comparable que la dureza en el dentado exterior, de manera que se produzca una deformación elástica local en la zona de los cantos de cubo que evite daños en el dentado exterior del árbol.

Si en el caso de la unión de árbol y cubo se trata, por ejemplo, de un husillo de extrusora, todos los componentes de cubo o los elementos helicoidales se dotan adecuadamente, por al menos un flanco de diente, del nivel de dureza reducido previsto localmente en una entrada de componente y/o en una salida de componente. Por este motivo, a lo largo de la longitud del husillo de extrusora ni un componente de cubo ni el árbol se someten a picos de tensión elevados que podrían provocar daños.

La generación de las zonas o regiones con una dureza localmente reducida se realiza preferiblemente por el hecho de que mediante un tratamiento de temperatura se provoca una modificación local específica de la estructura del material de componente, generalmente un acero apropiado. Gracias a este tratamiento térmico o a este endurecimiento específico, se obtiene un recocido blando específico local del material del diente que, de lo contrario, se endurece a lo largo de toda su longitud y altura. Este cambio en la estructura conlleva una reducción de la dureza, de manera que, como consecuencia, también se pueda conseguir una variación local específica de la dureza mediante un tratamiento térmico local específico.

Como se ha descrito, al menos en un extremo de cada diente, al menos en un flanco de diente, se produce la formación de una zona de dureza reducida. Si se proporciona una dirección de giro preferente, como sucede, por ejemplo, en el caso de un husillo de extrusora, el par de giro sólo se transmite a través de un flanco de diente del diente respectivo, por lo que el mismo es suficiente para prever esta reducción local de la dureza sólo en la zona del flanco de diente que soporta la carga durante el funcionamiento. Si el dentado interior está sometido a carga por ambos lados, es decir, por ambos flancos de diente, la correspondiente reducción de la dureza se puede prever naturalmente en cada flanco de diente, pudiendo resultar, como se tratará más adelante, diferentes perfiles de dureza dependiendo del tamaño del diente a través de la sección transversal del diente.

Como se ha descrito al principio, sobre todo en caso de pares de giro elevados a separar se produce una torsión del árbol que da lugar a una carga excesiva de los flancos de diente en la entrada del componente de cubo. Una carga elevada similar, pero en el otro lado del diente, se produce en la salida del componente de cubo, también como resultado de la torsión del árbol obstaculizada por la geometría del dentado. Para evitar aquí también la formación de eventuales picos de tensión, una variante perfeccionada especialmente conveniente de la invención prevé que la dureza de cada diente también sea más baja en el otro extremo al menos en un flanco de diente que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente. De acuerdo con esta configuración de la invención, las zonas locales de dureza reducida por el lado del diente se crean, por consiguiente, en ambos lados del componente de cubo, de manera que se logre una reducción de eventuales picos de tensión en ambos extremos de cubo críticos o en la zona de los cantos de cubo allí situados.

Si se proporciona una dirección de giro preferente, es decir, si se prevé un flanco de diente definido que soporta la carga, en caso de formación de zonas de dureza reducida la reducción de la dureza también tiene lugar en el segundo extremo opuesto del flanco de diente respectivo que soporta la carga contra el que se mueve inevitablemente el árbol de torsión. Como se ha descrito, la dureza sólo se reduce localmente en comparación con la dureza fundamental o básica del diente endurecido de fábrica. De este modo, la dureza aumenta en las direcciones axial y radial. Como consecuencia, por el lado de entrada la dureza es menor y en la dirección axial aumenta, dependiendo de la profundidad, visto en dirección axial, del tratamiento térmico realizado o de hasta qué punto ha penetrado el frente de calor en el diente hasta alcanzar la dureza básica. Lo mismo se aplica en dirección radial. También en este caso, la dureza vuelve a aumentar radialmente más hacia el exterior en función de la profundidad de penetración del calor, pudiendo el aumento de la dureza producirse sólo en el material de cubo, es decir, el diente es localmente más blando a lo largo de toda su altura.

Además, como ya se ha mencionado en la introducción, se puede proporcionar un perfil de dureza diferente por la sección transversal del diente, dependiendo del tipo de dentado interior. Si, por ejemplo, un solo flanco de diente se conforma blando, en caso de dientes grandes o anchos la dureza puede aumentar de nuevo en dirección perimetral del flanco de diente opuesto no blando, es decir, sólo se proporciona un flanco de diente blando por diente, mientras que el otro flanco de diente presenta, al igual que antes, la dureza básica. Por lo tanto, en un extremo se trata del flanco de diente que soporta la carga y en el otro extremo del flanco de diente sin carga. Además, ambos flancos de diente de un diente pueden ser blandos, es decir, que la dureza en ambos flancos de diente opuestos de cada diente es menor que en la zona del centro longitudinal del diente. Esta configuración se elige cuando no existe una dirección de giro preferente, es decir, cuando se lleva a cabo una sollicitación de los dos flancos de diente durante el funcionamiento. Aquí la dureza puede aumentar en la dirección perimetral desde ambos flancos de diente hacia el centro del diente, lo que puede suceder especialmente en caso de dientes relativamente anchos o gruesos, dado que en este caso no es necesario conformar el diente blando prácticamente a lo largo de toda su anchura. Alternativamente es posible, en especial en caso de dentados más estrechos, que el diente presente una dureza reducida fundamentalmente constante a lo largo de su anchura, al menos en la zona de la cabeza de diente,

preferiblemente a lo largo de toda su altura. Por lo tanto, el diente es blando de forma continua a lo largo de su anchura.

Para la reducción de los picos de tensión basta con reducir la dureza en una zona relativamente corta, visto axialmente. Por ejemplo, es suficiente, especialmente en caso de dentados pequeños, que la dureza sea menor en la dirección axial, en un rango de al menos 0,5 mm, especialmente de al menos 1 mm, que en el rango que sigue y que se dirige hacia el centro del diente. Por consiguiente, sólo una zona muy corta se conforma blanda, a continuación la dureza aumenta de nuevo a la dureza máxima o básica, que es casi la misma en toda la longitud, hasta, en su caso, el otro extremo de dentado, posiblemente también blando. Sin embargo, la dureza debería ser menor, en un rango de hasta un máximo de 10 mm, preferiblemente hasta un máximo de 7 mm, preferiblemente hasta un máximo de 5 mm, que en la siguiente zona. Para reducir los picos de tensión no es necesaria una nueva extensión de la zona blanda en dirección axial, dado que, como se ha descrito, la mayor parte del par de giro a derivar se transmite al componente de cubo en unos pocos milímetros.

En la dirección radial, la zona de dureza reducida debería extenderse al menos por la mitad de la altura, preferiblemente por toda la altura. En ocasiones, la zona blanda también puede extenderse más en el interior del material de cubo en la dirección radial, de manera que resulte una zona elástica ampliada también en la dirección radial. Esto significa que la zona de dureza reducida se extiende hasta la zona de la base del diente o más allá, especialmente en la zona de la transición a la ranura, es decir, la zona de canto o entalladura, de manera que las tensiones de entalladura en la zona de transición se puedan reducir. El aumento de la dureza sólo tiene lugar en el propio material de cubo.

La dureza de cada diente en el o en los extremos debería ser al menos un 5%, preferiblemente al menos un 10%, inferior que la dureza en la zona del centro longitudinal. Dependiendo de la profundidad de penetración del calor o de la temperatura, resulta una zona más o menos amplia de menor dureza en la dirección radial y axial y, en su caso, en la dirección perimetral. No obstante, en este caso la variación de la dureza es continua, es decir, la dureza aumenta de forma constante desde una zona de dureza mínima, en la que en un principio puede ser fundamentalmente constante a lo largo de una longitud determinada, hasta la dureza básica. El hecho de que la dureza de cada diente sea al menos un 5%, preferiblemente un 10%, inferior que la dureza en la zona del centro longitudinal se refiere a la zona en la que la dureza es menor. Esta zona se forma por el lado del borde, dependiendo su extensión axial, radial y, en su caso, perimetral, como se ha descrito anteriormente, de la medida en la que el frente de temperatura penetra en el material en la dirección respectiva durante el tratamiento de temperatura.

La dureza debería ser de entre 55 - 65 HRC en la zona del centro longitudinal y de entre 45 - 52 HRC en la zona del o de los extremos.

El propio componente de cubo puede presentar un dentado interior con una configuración libre, es decir, los dientes pueden presentar un perfil de sección transversal simétrico o un perfil de sección transversal asimétrico. Por ejemplo, puede tratarse de un dentado evolvente simétrico o de un dentado con flancos de diente planos o de un dentado especial asimétrico como el descrito, por ejemplo, en el documento EP 1 632 331 A1.

En el caso del componente de cubo se trata preferiblemente de un elemento de husillo de extrusora que se puede colocar en un árbol de extrusora con un dentado exterior.

Además del componente de cubo, la invención también se refiere a un conjunto de árbol y cubo que comprende un árbol con un dentado exterior que se desarrolla axialmente, así como al menos un componente de cubo del tipo antes descrito que se puede colocar o que está colocado en el árbol. En el caso del conjunto de árbol y cubo se trata preferiblemente de un husillo de extrusora en cuyo árbol de extrusora se colocan o se pueden colocar sucesivamente una pluralidad de componentes de cubo, en este caso elementos helicoidales.

En una variante perfeccionada de la invención se puede prever que la dureza de los dientes del dentado exterior sea menor que la dureza de los dientes del dentado interior en la zona del centro longitudinal y que sea mayor que la dureza en la zona más blanda de los dientes del dentado interior por el o por los extremos. Como se ha descrito, los dientes del dentado exterior y del dentado interior suelen estar endurecidos. Sin embargo, dado que el árbol y el componente de cubo se componen en la mayoría de los casos de aceros diferentes, los dientes del dentado exterior son a veces más duros que los dientes del dentado interior. A fin de poder reducir los picos de tensión durante el funcionamiento, se prevé que las zonas más blandas de los dientes del dentado interior, reducidas en cuanto a su dureza mediante un recocido blando, presenten una dureza menor que los dientes del dentado exterior, de manera que se produzca una deformación elástica en las zonas más blandas para la reducción de la tensión.

En este caso, la dureza de los dientes del dentado interior en la zona más blanda del o de los extremos debería ser al menos un 3%, preferiblemente al menos un 5%, en especial al menos un 10% menor que la dureza de los dientes del dentado exterior del árbol. Por consiguiente, mediante el recocido blando se consigue una reducción relativamente significativa de la dureza, de modo que resulte una diferencia correspondiente entre la dureza en la zona más blanda y la dureza del dentado exterior.

Además del componente de cubo, la invención también se refiere a un procedimiento para la fabricación de un componente de cubo de este tipo, presentando el componente de cubo un dentado interior configurado en una perforación que se extiende axialmente desde un extremo de la perforación hacia el otro extremo y con varios

- dientes y ranuras previstas entre los mismos. El procedimiento se caracteriza por que los dientes endurecidos se calientan al menos en un extremo al menos en un flanco de diente, de manera que se obtenga en la zona calentada una dureza inferior a la dureza en la zona del centro longitudinal del diente. Por lo tanto, una vez acabado el componente de cubo, es decir, cuando su dentado interior se ha configurado y endurecido, se lleva a cabo el
- 5 tratamiento de temperatura, es decir, el revenido o recocido blando. Con esta finalidad, los dientes se calientan localmente en al menos un extremo al menos en un flanco de diente, de manera que la estructura en la zona calentada cambie y se vuelva más blanda. Después de enfriarse, esta zona previamente calentada muestra, como consecuencia, una dureza considerablemente menor que en la zona del diente que no ha sido tratada térmicamente. La temperatura de revenido, así como el tiempo de revenido se eligen en función del material. Si se elige un tiempo
- 10 de revenido relativamente corto, la temperatura de revenido debería elegirse algo más alta para garantizar que se produzca una entrada de temperatura suficientemente alta o un buen calentamiento o un aumento de la temperatura dentro del reducido tiempo de revenido. Una temperatura de revenido típica es  $\geq 500^{\circ}\text{C}$ , preferiblemente  $\geq 600^{\circ}\text{C}$ , pudiendo variar el tiempo de revenido en un rango de pocos segundos a minutos, dependiendo de la temperatura elegida y de la profundidad de penetración deseada en el frente de temperatura.
- 15 El calentamiento tiene lugar al menos en el flanco de diente que soporta la carga durante el funcionamiento, siempre que se indique una dirección de giro preferente. Si se prevé un dentado interior cargado por ambos lados, el calentamiento también puede producirse en el flanco de diente opuesto al flanco de diente que soporta la carga y, en su caso, también en el extremo plano de la cabeza del diente, es decir, a lo largo de toda la superficie de diente. De este modo, todo el diente se calienta por todas las superficies libres. Además, para lograr una reducción de los picos
- 20 de tensión no sólo en un extremo del componente de cubo, también se puede prever que los dientes se calienten en el otro extremo al menos en un flanco de diente, en su caso también en ambos flancos de diente y, en su caso, en la cabeza de diente plana, de manera que se obtenga en la zona calentada una dureza que sea inferior a la dureza en la zona del centro longitudinal del diente.
- 25 En este caso, el calentamiento puede realizarse de manera que la dureza aumente en dirección axial y radial y/o que la dureza aumente en la dirección perimetral hacia el flanco de diente opuesto. Dependiendo de la medida en la que el frente de temperatura penetre en el material visto axial y radialmente, es decir, del tamaño de la superficie calentada, y en función de la duración del tiempo de calentamiento, se forma una superficie recocida blanda que se extiende más o menos en dirección axial y radial.
- 30 Aquí el calentamiento también puede llevarse a cabo de manera que la dureza en los dos flancos opuestos de cada diente sea menor que en la zona del centro longitudinal del diente y que la dureza aumente desde ambos lados hacia el centro del diente, como sucede en caso de dientes muy anchos que no se calientan durante el tratamiento de revenido, o que el diente presente una dureza fundamentalmente constante a lo largo de su anchura, al menos en la zona de la cabeza del diente, como puede suceder en caso de dientes más estrechos que se calientan con relativa rapidez.
- 35 En este caso, el calentamiento también puede realizarse de manera que la dureza sea menor en la dirección axial en un rango de al menos 0,5 mm, especialmente de al menos 1 mm, y/o que la dureza sea menor en un rango de hasta 10 mm como máximo, preferiblemente hasta 7 mm como máximo, preferiblemente hasta 5 mm como máximo, y/o que la dureza sea menor en la dirección radial en al menos más de la mitad, preferiblemente en toda la altura del diente. En cualquier caso resulta un perfil de dureza en la dirección axial, así como en la dirección radial, que
- 40 inicialmente presenta un nivel bajo y que a continuación aumenta de forma constante hasta alcanzar la dureza máxima.
- Además, el calentamiento puede llevarse a cabo de manera que la zona de dureza reducida se extienda hasta la zona de la base de diente o más allá, es decir, de manera que especialmente la zona de la transición del diente a la ranura, es decir, la zona de canto o entalladura, presente también una dureza reducida.
- 45 Finalmente, el calentamiento también puede tener lugar de manera que la dureza de cada diente en el o en los extremos sea menor en al menos un 5%, preferiblemente en al menos un 10%, que la dureza en la zona del centro longitudinal, siendo la dureza en la zona del centro longitudinal preferiblemente de entre 55 - 65 HRC y en la zona del o de los extremos preferiblemente de entre 45 - 52 HRC.
- 50 Para controlar el revenido, una variante perfeccionada adecuada de la invención prevé que el calentamiento se controle en dependencia de la temperatura de superficie medida por medio de un dispositivo de medición en el diente tratado térmicamente, en especial en el flanco de diente en la zona del extremo libre o del lado frontal del diente. Por consiguiente, durante el revenido se realiza una medición de temperatura, utilizándose para ello, por ejemplo, un pirómetro con el que se mide la temperatura de la superficie en la zona tratada térmicamente. Mediante un algoritmo de cálculo adecuado o un modelo se puede calcular, a partir de la temperatura de superficie medida, de
- 55 la geometría de diente, así como del dispositivo de calentamiento utilizado, la distribución de la temperatura en el material a lo largo del tiempo, pudiéndose determinar a partir de la misma los parámetros de control correspondientes para el dispositivo de calentamiento como la duración, la intensidad, etc., en función del elemento calefactor utilizado. Dado que se conocen el metal utilizado, es decir, el acero, así como su tratamiento previo, ya sea mecánico o térmico, pueden llevarse a cabo, por medio de un modelo correspondiente, una determinación
- 60 relativamente precisa de la distribución de la temperatura, una derivación correspondiente de los parámetros de control y el tipo de estructura o la transformación de la estructura.

De acuerdo con una primera alternativa de la invención conveniente, para el calentamiento se utiliza al menos una bobina de inducción que se inserta por el lado del extremo en el componente de cubo o que se posiciona por el lado del extremo. Si la corriente fluye a través de esta bobina de inducción, la misma genera un campo magnético que da lugar a la inducción de corrientes parásitas en el componente de cubo, es decir, en la zona de los dientes adyacentes. El calentamiento tiene lugar a través de estas corrientes parásitas inducidas. El proceso de calentamiento y, por lo tanto, la penetración y la progresión del frente de temperatura se controlan por medio de la intensidad de corriente de la corriente que fluye a través de la bobina, así como de la duración de la aplicación de corriente. La bobina puede, por ejemplo, insertarse en la perforación de manera que solape en cierta medida los dientes axialmente si la zona recocida blanda debe presentar una longitud axial correspondiente. Sin embargo, si no se pretende calentar la bobina con demasiada profundidad en la dirección axial, en ocasiones también es suficiente aplicar la bobina directamente por el lado frontal, dado que incluso en este caso se produce un calentamiento axial, aunque menor.

Resulta preferible que la bobina de inducción y el componente de cubo giren relativamente entre sí durante el calentamiento. Dicho giro puede realizarse, por ejemplo, mediante un giro activo, por ejemplo también hacia atrás, de la bobina de inducción relativamente con respecto al componente de cubo fijo, o alternativamente también se puede girar el componente de cubo mientras que la bobina de inducción está fija, o bien ambos pueden girar relativamente uno respecto a otro. Como consecuencia del giro se produce una variación continua del campo magnético generado, lo que garantiza una homogeneización de la inducción de la corriente parásita y, por consiguiente, una homogeneización del proceso de calentamiento.

Si el componente de cubo se somete a un recocido blando por ambos extremos, es posible imaginar posicionarlo simultáneamente en ambos extremos en una bobina de inducción correspondiente, de manera que el tratamiento térmico se realice al mismo tiempo por ambos lados.

Alternativamente al uso de una bobina de inducción de este tipo, es posible imaginar utilizar al menos un láser para el calentamiento. El mismo irradia directamente la zona a calentar, por ejemplo, el flanco de diente. Aquí, la duración de la irradiación, así como la intensidad de la luz láser emitida también pueden utilizarse para controlar el calentamiento o la penetración o la progresión del frente de temperatura. Aquí no es necesario un movimiento del componente de cubo, dado que el láser se puede controlar a voluntad. También en este caso, como en el caso de la bobina de inducción, se puede lograr un control o una regulación activos del proceso de revenido mediante una medición correspondiente de la temperatura real.

Por último, según una tercera alternativa para el calentamiento se puede utilizar un elemento calefactor calentado que se inserta o posiciona por el lado del extremo en el componente de cubo. Este elemento calefactor que, por ejemplo, presenta un dentado exterior similar al dentado interior para prácticamente poder insertarse en el dentado interior, funciona, por ejemplo, como elemento calefactor de resistencia. El mismo puede estar en contacto con el componente de cubo o separado de éste mediante una hendidura estrecha. En ambos casos es posible una entrada de calor suficiente en el componente de cubo o en el dentado. También en este caso el control se realiza preferiblemente mediante un registro de la temperatura in situ. De forma similar al calentamiento por inducción o láser, aquí el calentamiento también puede llevarse a cabo simultáneamente por ambos lados.

De los ejemplos de realización que se describen a continuación, así como por medio de los dibujos, resultan otras ventajas y detalles de la presente invención. Se muestra en la:

Figura 1 una representación conceptual de una extrusora,

Figura 2 una representación conceptual de un árbol de husillo de extrusora como ejemplo de un conjunto de árbol y cubo,

Figura 3 una vista seccionada a través de dos husillos de extrusora representados en su posición de montaje que giran en la misma dirección durante el funcionamiento y que engranan unos con otros,

Figura 4 una vista parcial ampliada del dentado interior de un componente de cubo según la invención en forma de un elemento de husillo de extrusora en una vista frontal con una zona recocida blanda representada,

Figura 5 una vista parcial, cortada a lo largo de la línea V-V de la figura 4 por medio de un diente del dentado interior,

Figura 6 un diagrama para la representación de la variación radial de la dureza a través de un diente del dentado interior,

Figura 7 un diagrama para la representación de la variación de la dureza en dirección perimetral a través de un diente del dentado interior,

Figura 8 un diagrama para la representación de la variación axial de la dureza a lo largo de un diente del dentado interior,

Figura 9 una vista parcial del dentado interior con una zona recocida blanda de una segunda forma de realización,

Figura 10 una vista parcial de otro dentado interior que presenta una geometría diferente con una zona recocida blanda de una tercera forma de realización, y

Figura 11 una representación conceptual para la explicación de la generación según el procedimiento de las zonas recocidas blandas.

La figura 1 muestra una extrusora 1 que presenta un motor 2 con un engranaje 3 situado a continuación y con un cilindro de extrusión 4 que se compone de varias secciones de cilindro 5, en cuyo interior se alojan, en el ejemplo  
5 mostrado, dos husillos de extrusora dentro de perforaciones correspondientes como ejemplos de un conjunto de árbol y cubo según la invención utilizando un componente de cubo según la invención, que se accionan a través del engranaje 3 al que se acoplan mediante un acoplamiento no mostrado en detalle pero suficientemente conocido. Se trata, por ejemplo, de una extrusora que gira en la misma dirección. El cilindro de extrusión, junto con todos los conductos de refrigeración, corriente y control necesarios colocados en una caja de montaje correspondiente 6, se  
10 monta sobre un soporte 7 que se apoya a su vez en un costado 8 del bastidor de máquina 9. En un armario de alimentación y de control 10 se encuentran los dispositivos de refrigerante y de alimentación, así como los dispositivos de control a través de los cuales se lleva a cabo la alimentación de los distintos componentes. La estructura de una extrusora como ésta es bien conocida.

Como se ha descrito, en el interior del cilindro de extrusión 4, compuesto por varias secciones de cilindro 5 unidas  
15 entre sí de forma separable, se alojan dos husillos de extrusora. En este caso se trata de los así llamados husillos enchufables que pueden fabricarse o configurarse especialmente con respecto al material a tratar o al producto a fabricar. Si es necesario, éstos se pueden extraer del cilindro de extrusión 4.

La figura 2 muestra, en forma de una representación conceptual como ejemplo de un conjunto de árbol y cubo según  
20 la invención, un husillo de extrusora 11 que se compone de un árbol 12 que por su extremo trasero más ancho presenta, por una parte, un primer dentado interior 13 a través del cual se puede acoplar al engranaje 3. Una sección de árbol 15 con un dentado exterior 16 se une a un anillo de tope 14. Dependiendo del material a procesar o del producto a fabricar, en esta sección de árbol 15 se pueden encajar o enfilear distintos elementos helicoidales separados y apoyarlos contra el anillo de tope 14.

La figura 2 muestra a modo de ejemplo tres elementos helicoidales 17a, 17b y 17c. En el caso del elemento  
25 helicoidal 17a puede tratarse, por ejemplo, de un elemento de transporte que presenta un husillo 18, transportándose el material en el paso de rosca helicoidal. En el caso del elemento helicoidal 17b puede tratarse, por ejemplo, de un elemento de mezcla que también presenta un husillo 19, pero que tiene perforaciones. Finalmente, en el caso del elemento helicoidal 17c puede tratarse de un elemento de amasado que posee secciones de amasado correspondientes 20. Este elemento de amasado se utiliza para tratar los materiales a procesar con un alto consumo de energía y, por ejemplo, para plastificarlos o fundirlos, dependiendo de la aplicación. Los elementos helicoidales sólo se representan a modo de ejemplo y también pueden ser considerablemente más cortos que los mostrados.

Para el montaje en la sección de árbol 15 o en su dentado exterior 16, cada elemento helicoidal 17a, 17b, 17c  
35 presenta una perforación central 21a, 21b, 21c, en cuyo lado interior, es decir, el cubo, se prevé respectivamente un dentado interior 22a, 22b, 22c, con el que se monta en el dentado exterior 16 de la sección de árbol 15, de manera que el dentado interior 22a, 22b, 22c y el dentado exterior 16 engranén entre sí. En este caso se trata de una unión de árbol y cubo en arrastre de forma que se describe en detalle a continuación, representando los elementos helicoidales 17a, 17b, 17c un componente de cubo según la invención.

La figura 3 muestra dos husillos de extrusora 23a, 23b según la invención dispuestos paralelamente uno al lado de  
40 otro y posicionados también en el cilindro de extrusión 4 el uno respecto al otro. Si la extrusora de la figura 1 es una extrusora monohusillo, evidentemente sólo se prevé un husillo de extrusora. Los árboles de extrusora 24a, 24b están separados uno de otro por la distancia entre ejes a. Se representan además el diámetro exterior de husillo  $D_a$ , así como el diámetro interior de husillo  $D_i$  en la base del husillo. De la relación  $D_a/D_i$  resulta el volumen del husillo o de la extrusora, siendo el volumen un parámetro de la extrusora.

También se muestran el dentado exterior 25a, 25b de los respectivos árboles de extrusora 24a, 24b, así como los  
45 dentados interiores 26a, 26b en el cubo de los respectivos elementos helicoidales 27a, 27b. En la figura 3 se puede ver que se trata respectivamente de perfiles de dentado asimétricos diseñados especialmente para una dirección de giro preferente determinada de los husillos de extrusora 23a, 23b que se representa con las dos flechas marcadas con la letra R. Con respecto a otros detalles de una geometría de dentado asimétrica específica de este tipo, como  
50 se muestra aquí a modo de ejemplo, se hace referencia al documento EP 1 632 331 A1 que trata de esta geometría de dentado especial.

Básicamente, esta geometría de dentado se caracteriza por que presenta un primer flanco de diente que presenta  
un pequeño ángulo con respecto a la normal en el eje de giro y que representa el flanco de diente que soporta la carga, mientras que el flanco de diente opuesto adopta un ángulo claramente mayor con respecto a la normal.

En lugar de un perfil de diente asimétrico como éste, en un conjunto de árbol y cubo general según la invención  
55 también es naturalmente posible imaginar prever cualquier otro perfil de diente, por ejemplo, un perfil simétrico como un perfil evolvente. El perfil de diente asimétrico representado sólo se ha elegido a modo de ejemplo.

La figura 4 muestra una vista parcial ampliada del elemento de husillo de extrusora 27a con su dentado interior 26a,  
60 pudiéndose ver claramente en esta representación la asimetría del perfil del diente. Cada diente 28 presenta un flanco de diente 29 que transmite el par de giro o la carga y que marcha en inercia con respecto a la dirección de

giro preferente R y que aquí se encuentra a modo de ejemplo en el eje de giro del árbol de husillo en un ángulo de 0° con respecto a la normal. Por el contrario, el flanco de diente opuesto 30, que avanza en la dirección de giro preferente R, presenta en el eje de giro un ángulo considerablemente mayor con respecto a la normal. Debido a la asimetría del perfil de diente, se forma una base de diente 31 muy ancha. Los respectivos flancos de diente 29, 30 son planos y penetran respectivamente en una ranura redondeada 32 que separa dos dientes adyacentes el uno del otro.

El perfil de diente correspondiente del dentado exterior 25a del árbol de extrusora 24a se realiza de forma complementaria, de manera que el dentado exterior pueda encajar en el dentado interior, resultando una holgura de flanco mínima en el rango de unas pocas centésimas de milímetro entre los distintos flancos adyacentes de los dentados.

Como ya muestra la figura 3, los flancos de diente que transmiten la carga de los dentados exteriores 25a, 25b encajan en los flancos de diente que soportan la carga 29 de los dentados interiores 26a, 26b. Ambos dentados pueden estar endurecidos, siendo la dureza de los dentados interiores 26a, 26b, es decir, de los dientes 28, mayor que la dureza de los dentados exteriores 25a, 25b, es decir, de los dientes allí presentes.

Para reducir o eliminar los picos de tensión que se producen durante el funcionamiento en caso de transmisión de pares de giro altos, lo que conlleva una baja torsión de los respectivos árboles de extrusora 24a, 24b, cada elemento de husillo de extrusora 27a, 27b se trata, según la invención, térmicamente de un modo especial en la zona de sus dos extremos o lados frontales, de manera que en los respectivos dientes 28 se formen zonas locales de dureza reducida, es decir, zonas en las que se proporciona una dureza menor que en la zona del diente adyacente o en la zona del centro del diente, es decir, en las secciones de diente no tratadas térmicamente.

La figura 4 muestra una vista parcial de la superficie frontal 33 del elemento helicoidal 27a, representándose a través de la línea discontinua la zona 34 de menor dureza con recocido blando mediante revenido. Como resultado del hecho de que esta zona 34 se genera mediante un tratamiento de temperatura, la misma no presenta obviamente límites agudos, es decir, la variación de la dureza no es inconstante sino continua, lo que se tratará más adelante. La línea discontinua representada sólo tiene fines ilustrativos.

Como muestra la figura 4, esta zona con recocido blando también se extiende en dirección perimetral, configurándose en este ejemplo una zona como ésta 34 sólo en la zona del flanco 29 que soporta la carga, es decir, que sólo se lleva a cabo un tratamiento térmico local en este flanco de diente 29 que soporta la carga. Esto es posible especialmente en caso de dientes relativamente grandes. De lo contrario, naturalmente es posible imaginar que el diente se someta a un recocido blando a lo largo de toda su anchura, de manera que no se produzca ninguna variación de la dureza visto a lo largo de la anchura del diente, lo que se tratará a continuación en relación con las figuras 8 y 9.

Como se puede ver, la zona de recocido blando 34 también se extiende ligeramente en la dirección radial que aquí se indica con la letra r. Dicha zona se extiende por toda la altura del diente 28 y un poco más allá, de manera que la dureza de la zona de transición del flanco de diente 29 en la zona de la ranura redondeada 32 también sea más reducida, reduciéndose las tensiones de entalladura que se producen especialmente en esta zona.

La figura 5 muestra una vista seccionada a lo largo de la línea V-V a través del diente 28. Aquí también se representa la zona de recocido blando 34 a través de la línea discontinua, aplicándose naturalmente aquí también el hecho de que, visto en dirección axial, esta zona tampoco presenta ningún límite agudo, sino una variación de la dureza continua, lo que se tratará más adelante.

Se puede ver que la zona 34 también se extiende en una medida definida en la dirección axial que se indica con la letra x. Dicha zona se extiende comenzando desde el lado frontal 33, es decir, axialmente hacia el interior del diente 28. Por consiguiente, por el lado del diente resulta en total un volumen de material recocido blando, aquí generado en la zona del flanco 29 que soporta la carga, que presenta una dureza significativamente menor que en la zona adyacente del diente 28 también endurecida, pero no revenida en el marco del tratamiento de temperatura.

Las figuras 6 - 8 muestran tres diagramas que representan a modo de ejemplo la variación de la dureza en la dirección radial, en la dirección perimetral y en la dirección axial en el diente 28 de la figura 4 y de la figura 5.

Para una asignación más sencilla, la figura 6 muestra un diagrama en el que la dureza H se aplica a lo largo de la abscisa y la dirección radial r se aplica a lo largo de la ordenada, no indicándose ningún valor concreto en relación con la dureza ni con la posición radial, dado que el diagrama es meramente ilustrativo.

La posición radial  $r = 0$  corresponde a la posición de la superficie de cabeza del diente 28. Se puede ver que en la sección entre las posiciones radiales 0 y  $r_1$  existe una dureza  $H_1$  reducida, fundamentalmente constante o ligeramente variable. Este valor de dureza aumenta de forma continua en la zona de transición entre las posiciones radiales  $r_1$  y  $r_2$  hasta alcanzar el valor de dureza  $H_2$ . Este valor de dureza  $H_2$  corresponde al valor básico o fundamental de dureza que presenta el diente endurecido en la zona 35, es decir, en la zona no tratada térmicamente o en el centro de diente no tratado térmicamente. A continuación, el valor de dureza permanece fundamentalmente constante o con ligeras fluctuaciones en  $H_2$ . Esta variación de dureza constante se debe a que la temperatura se distribuye por todo el material, es decir, se trata de una temperatura elevada en la zona de calentamiento directo que disminuye de forma continua en todas las direcciones. Como consecuencia de la variación

de temperatura en la zona de transición entre  $r_1$  y  $r_2$ , también se produce aquí una modificación de la estructura en comparación con la zona de calentamiento directa entre 0 y  $r_1$ , resultando finalmente una variación de la dureza variable.

En cualquier caso, la zona entre 0 y  $r_1$ , en la que se proporciona una dureza  $H_1$  relativamente baja, es relevante. Esta zona puede extenderse, por ejemplo, más de 1,5 mm en dirección radial, si el diente es relativamente pequeño, aunque naturalmente también puede ser considerablemente más larga. La dureza fundamental o básica  $H_2$  se alcanza, por ejemplo, en una posición radial  $r_2$  de 3 mm, siendo éste también un valor a modo de ejemplo y dependiendo naturalmente este valor también de la altura concreta del diente y similar.

La figura 7 muestra una representación de la variación de la dureza comparable con respecto a la dirección perimetral. Aquí se indica la posición perimetral  $u$  a lo largo de la abscisa y la dureza  $H$  a lo largo de la ordenada, ambas también sin dimensión. En la posición perimetral 0, el valor de dureza se indica directamente en el canto de la superficie frontal del diente 28 hacia el flanco de diente 29. Aquí se puede ver un valor de dureza muy bajo, de nuevo  $H_1$ . Hasta la posición perimetral  $u_1$  se proporciona fundamentalmente este valor de dureza baja  $H_1$ , aumentando aquí también a continuación el valor de dureza de forma constante hasta la posición perimetral  $u_2$ . Aquí también se alcanza el valor básico o fundamental de dureza  $H_2$  del diente endurecido. Las zonas respectivas en dirección perimetral también son, por supuesto, arbitrariamente variables, dependiendo las mismas en definitiva del tamaño del diente y de la duración y de la intensidad del tratamiento de temperatura, dado que se controla la propagación del frente de temperatura.

La figura 8 muestra finalmente un diagrama que representa la variación de la dureza axial. Aquí, la posición axial  $x$  se aplica a lo largo de la abscisa y la dureza  $H$  se aplica a lo largo de la ordenada, no presentando aquí tampoco ambos valores ninguna dimensión. Mientras que los valores de dureza en las direcciones radial y perimetral se miden, por ejemplo, directamente en el lado frontal 33 del diente 28, los valores de dureza en la dirección axial se miden directamente a lo largo del flanco de diente que soporta la carga 29, por ejemplo, en la zona de la mitad de la altura del diente. Aquí también se aprecia una dureza  $H_1$  relativamente baja en la zona entre las posiciones axiales  $x = 0$  (correspondiente al canto del flanco de diente 29 en la transición a la superficie frontal 33) y  $x_1$ . Esta sección es, por ejemplo, algo más larga que la sección en dirección radial que es, por ejemplo, de 2 mm. A esta sección le sigue a su vez otra sección en la que la dureza aumenta de forma constante hasta que se alcanza de nuevo la dureza básica y fundamental  $H_2$  en la posición axial  $x_2$ . La posición  $x_2$  corresponde, por ejemplo, a 4 mm. Obviamente, estos valores son sólo ejemplos, dependiendo de la duración básica del calentamiento, así como de la profundidad a la que se inserta la herramienta de calentamiento en la perforación, etc.

No obstante, aquí también queda en principio claro que en la dirección axial también hay una zona de recocido blando con una dureza muy reducida, a partir de la cual la dureza vuelve a aumentar de forma constante hasta la dureza básica y la dureza fundamental.

En conjunto se forma una zona 34 o un volumen que sigue a la superficie frontal 33 en la que la dureza se reduce considerablemente en comparación con la dureza fundamental o básica del diente endurecido. Por consiguiente, el material es más blando y puede absorber o compensar, y por lo tanto, reducir las eventuales tensiones mucho mejor que el material quebradizo endurecido.

Mientras que la figura 4 muestra un ejemplo de realización en el que sólo se configura localmente una zona correspondientemente blanda 34 en un flanco, concretamente en el flanco 29 que soporta la carga, la figura 9 muestra un ejemplo en el que todo el diente 28, es decir, a lo largo de toda su anchura o en la dirección perimetral, es blando. El tratamiento de temperatura, es decir, el revenido, se ha realizado aquí de manera que todo el diente se lleve a la temperatura de revenido correspondiente a lo largo de su anchura y, en el ejemplo mostrado, a lo largo de toda su altura, de modo que la modificación correspondiente de la estructura se produzca en todo el volumen del diente, es decir, se proporciona una estructura más blanda que en la zona adyacente, tanto en dirección axial, como también en dirección radial.

Sin embargo, las variaciones de la dureza en la dirección radial, así como en la dirección axial corresponden igualmente a las variaciones mostradas en las figuras 6 y 8. Aquí también se obtiene en dirección radial una zona de dureza reducida partiendo de la superficie de la cabeza de diente visto en dirección radial, extendiéndose esta zona, por ejemplo, prácticamente a lo largo de toda la altura de diente. A continuación sigue la zona de transición en la que la dureza aumenta de nuevo hasta alcanzar la dureza fundamental o básica.

Lo mismo ocurre en la dirección axial, resultando aquí las correspondientes variaciones de dureza, como se muestra en la figura 8, tanto en el flanco 29 que soporta la carga, donde se pueden medir los valores de dureza, como también en el flanco anterior 30 que no soporta la carga y que, en este caso, también está tratado térmicamente y en el que también se pueden medir los valores de dureza.

A ambos flancos de diente 29, 30 les sigue la sección correspondiente, en la que está presente el material de diente endurecido, no revenido térmicamente con posterioridad, por lo que se vuelven a obtener los valores de dureza elevados.

Finalmente, la figura 10 muestra un ejemplo de realización en el que se muestran un dentado simétrico en lugar de un dentado asimétrico y, a modo de ejemplo, un dentado evolvente. En esta configuración se asume de nuevo que está previsto un diente relativamente ancho, por lo que el calentamiento tuvo lugar en ambos flancos de diente 29,

30 y, por lo tanto, se produjo una entrada de temperatura. En ambos lados se forma una zona blanda 34 que se extiende por toda la cabeza de diente también en dirección perimetral, pero que aquí presenta, visto en la sección transversal, una geometría en forma de silla. Aquí también las variaciones de la dureza correspondientes se indican en dirección radial, así como en dirección axial, indicándose la variación de la dureza axial, como ya se ha mencionado, en ambos flancos de diente 29, 30. Visto radialmente, la variación de la dureza cambia naturalmente en una pequeña medida con respecto a la posición perimetral respectiva como resultado de la forma de silla de la zona 34.

En la zona de la cabeza de diente se proporciona en dirección perimetral una dureza constante baja o en la zona de la base de diente se proporciona una variación de la dureza blanda-dura-blanda, también resultante de la forma de silla.

En caso de un dentado evolvente de este tipo o de un dentado simétrico que se puede cargar en ambos flancos 29, 30, una reducción de la dureza por ambos lados como ésta resulta adecuada para reducir los picos de tensión.

Naturalmente también es posible imaginar un recocido blando del diente completamente a lo largo de su anchura en la zona del lado frontal.

Evidentemente, el ajuste de la dureza correspondiente se realiza con preferencia en ambos lados frontales del respectivo elemento helicoidal, a fin de reducir los picos de tensión que se producen a ambos lados. Esto es válido para todos los ejemplos descritos.

Finalmente, la figura 11 muestra, en forma de una representación conceptual, un ejemplo de realización para la generación de las zonas con recocido blando correspondientes. Se muestra a modo de ejemplo un elemento de husillo de extrusora, aquí el elemento helicoidal 27a con su dentado interior 26a, mostrándose en esta representación seccionada dos dientes 28.

Para el revenido o el recocido blando, se prevé aquí un dispositivo de calentamiento 36 compuesto por una bobina de inducción 37 controlada o energizada mediante un dispositivo de control correspondiente 38. La bobina de inducción 37 con su sección delantera, en la que se prevén las espiras correspondientes, se introduce en la perforación del elemento de husillo de extrusora 27a y se posiciona. La profundidad de introducción define finalmente la extensión axial de la zona recocida blanda. La bobina de inducción 37 se encuentra lo más cerca posible de los dientes 28.

Para el calentamiento se aplica corriente a la bobina de inducción 37 mediante el dispositivo de control 38, de manera que se genere un campo magnético que dé lugar a la inducción de corrientes parásitas en los dientes 28 o en el dentado interior 26a. Preferiblemente tiene lugar una rotación de la bobina de inducción 37, como se representa a través de la flecha doble, pudiendo tratarse también de un movimiento hacia atrás, resultando de este movimiento una variación del campo magnético, lo que es ventajoso para un mejor calentamiento o una mejor inducción.

Se prevé además un dispositivo de medición 39, por ejemplo un pirómetro, mediante el cual se mide, por ejemplo, la temperatura de la superficie de un flanco de diente. A partir de la misma, el dispositivo de control 38, por ejemplo, puede determinar, utilizando un modelo adecuado, el grado de calentamiento o el aspecto del perfil de calentamiento, a fin de deducir sobre esta base cómo progresa la transformación de la estructura o cómo se configura sucesivamente la zona recocida blanda 34. En base a esto, también es posible determinar parámetros de funcionamiento correspondientes como la intensidad de la corriente, la duración del calentamiento y similares.

Una vez realizado el tratamiento térmico, es decir, cuando se ha producido la transformación de la estructura, se retira de nuevo la bobina de inducción 37 y el material se enfría a temperatura ambiente. A lo largo de los dientes 28 se ha configurado, en la zona del extremo del elemento helicoidal 27a, la zona de recocido blando respectiva 34, no modificándose naturalmente la dureza del otro material de diente que es adyacente o está presente a continuación en la zona tratada térmicamente.

En lugar de la bobina de inducción mostrada 37, naturalmente también es posible imaginar utilizar, por ejemplo, un láser, a través del cual se puede aplicar la energía de forma local y específica, a fin de llevar a cabo el calentamiento. Este láser también se puede controlar muy bien, por lo que se puede realizar un recocido blando local específico.

Alternativamente también se puede utilizar un elemento calefactor de resistencia que presente, por ejemplo, un dentado exterior complementario con el que dicho elemento se puede insertar en el dentado interior del elemento helicoidal 27a.

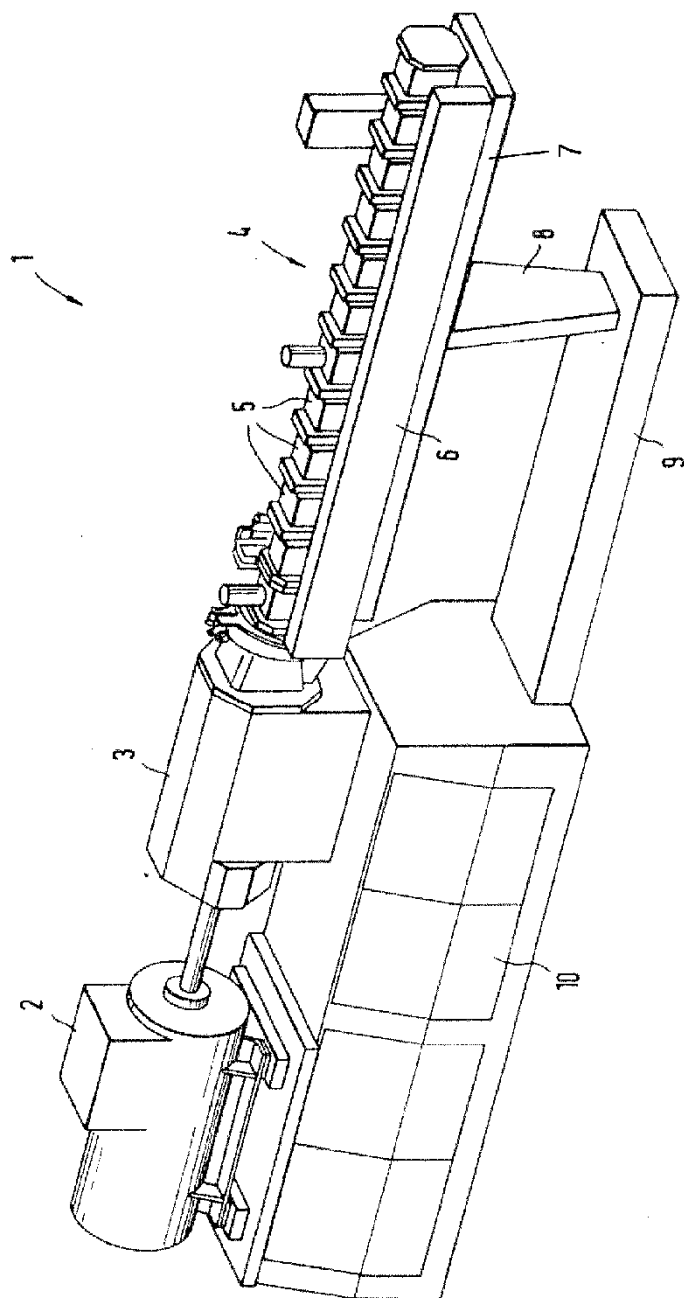
Independientemente de la herramienta de calentamiento utilizada, es posible tratar ambos extremos del componente de cubo simultáneamente con respectivamente una herramienta para formar a ambos lados las correspondientes zonas de diente con recocido blando.

## REIVINDICACIONES

1. Componente de cubo para una unión de árbol y cubo que comprende un dentado interior configurado en una perforación y que se extiende axialmente desde un extremo de la perforación hacia el otro extremo, con varios  
5 dientes endurecidos, que presentan una dureza básica, y ranuras previstas entre los mismos, caracterizado por que la dureza de cada diente (28) sólo es localmente menor en al menos un extremo al menos en un flanco de diente (29, 30) que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente (28) que presenta la dureza básica.
2. Componente de cubo según la reivindicación 1, caracterizado por que el flanco de diente es el flanco de diente  
10 (29) que soporta la carga durante el funcionamiento.
3. Componente de cubo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la dureza de cada diente (28) también en el otro extremo al menos en un flanco de diente (29, 30) es menor que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente (28).
- 15 4. Componente de cubo según la reivindicación 3, caracterizado por que el flanco de diente es el flanco de diente (30) del diente (28) opuesto al flanco de diente (29) que soporta la carga.
5. Componente de cubo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la dureza aumenta en  
20 dirección axial y en dirección radial.
6. Componente de cubo según la reivindicación 5, caracterizado por que la dureza en dirección perimetral aumenta hacia el flanco de diente opuesto (29, 30).
- 25 7. Componente de cubo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la dureza en los dos flancos de diente (29, 30) de cada diente (28) opuestos el uno al otro es menor que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente (28).
8. Componente de cubo según la reivindicación 7, caracterizado por que la dureza aumenta desde los dos flancos de  
30 diente (29, 30) hacia el centro de diente o por que el diente (28) presenta a lo largo de su anchura, al menos en la zona de la cabeza de diente, una dureza fundamentalmente constante.
9. Componente de cubo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la dureza en dirección  
35 radial es menor al menos a lo largo de la mitad de la altura de diente, preferiblemente a lo largo de toda la altura de diente.
10. Componente de cubo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la zona de dureza reducida se extiende hasta el interior de la zona de la base de diente (Z) o más allá.
- 40 11. Componente de cubo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la dureza de cada diente (28) en el o en los extremos es menor que la dureza en la zona del centro longitudinal en al menos un 5%, preferiblemente en al menos un 10%.
12. Componente de cubo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los dientes (28)  
45 presentan un perfil de sección transversal simétrico o asimétrico.
13. Componente de cubo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el mismo es un elemento de husillo de extrusora (17a, 17b, 17c, 27a, 27b) que se puede colocar en un árbol de extrusora (12, 24a, 24b) que presenta un dentado exterior (16, 25a, 25b).
- 50 14. Conjunto de árbol y cubo que comprende un árbol (12, 24a, 24b) con un dentado exterior (16, 25a, 25b) que se desarrolla axialmente, así como al menos un componente de cubo (17a, 17b, 17c, 27a, 27b) que se puede colocar o que está colocado en un árbol (12, 24a, 24b) según una de las reivindicaciones anteriores.
- 55 15. Conjunto de árbol y cubo según la reivindicación 14, caracterizado por que la dureza de los dientes del dentado interior (22a, 22b, 22c, 26a, 26b) en la zona más blanda (34) en el o en los extremos es menor que la dureza de los dientes del dentado exterior (16, 25a, 25b) del árbol (12, 24a, 24b) en al menos un 3%, preferiblemente en al menos un 5%, especialmente en al menos un 10%.
- 60 16. Conjunto de árbol y cubo según la reivindicación 14 o 15, caracterizado por que el conjunto es un husillo de extrusora (11, 23a, 23b), siendo el árbol un árbol de extrusora (12, 24a, 24b) y previéndose varios componentes de cubo en forma de elementos de husillo de extrusora (17a, 17b, 17c, 27a, 27b) que se pueden colocar o que están colocados con posibilidad de desmontaje en el dentado exterior (16, 25a, 25b) del árbol de extrusora (12, 24a, 24b).

- 5 17. Procedimiento para la fabricación de un componente de cubo según una de las reivindicaciones 1 a 13, presentando el componente de cubo un dentado interior, configurado en una perforación, que se extiende axialmente desde un extremo de la perforación hacia el otro extremo, con varios dientes y ranuras previstas entre los mismos, caracterizado por que los dientes endurecidos (28) se calientan en al menos un extremo al menos en un flanco de diente (29, 30) de manera que en la zona calentada se obtenga una dureza que sea menor que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente (28).
- 10 18. Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado por que el calentamiento se lleva a cabo al menos en el flanco de diente (29) que soporta la carga durante el funcionamiento.
- 15 19. Procedimiento según la reivindicación 17 o 18, caracterizado por que los dientes (28) también se calientan en el otro extremo al menos en un flanco de diente (29, 30), de manera que en la zona calentada se obtenga una dureza que sea menor que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente (28).
- 20 20. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado por que el calentamiento se lleva a cabo en el flanco de diente (30) del diente (28) opuesto al flanco de diente (29) que soporta la carga.
- 25 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizado por que el calentamiento se lleva a cabo de manera que la dureza aumente en la dirección axial y en la dirección radial y/o por que la dureza aumenta en la dirección perimetral hacia el flanco de diente opuesto (29, 30).
- 30 22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizado por que el calentamiento se lleva a cabo de manera que la dureza en ambos flancos de diente opuestos (29, 30) de cada diente (28) sea menor que la dureza en la zona del centro longitudinal del diente (28) y por que la dureza de los dos flancos de diente (29, 30) aumenta hacia el centro de diente o por que el diente (28) presenta a lo largo de su anchura, al menos en la zona de la cabeza de diente, una dureza fundamentalmente constante.
- 35 23. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 22, caracterizado por que el calentamiento se lleva a cabo de manera que la zona de dureza reducida se extienda hasta el interior de la zona de la base de diente (Z) o más allá.
- 40 24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 23, caracterizado por que el calentamiento se lleva a cabo de manera que la dureza de cada diente (28) en el o en los extremos sea menor que en la zona del centro longitudinal en al menos un 5%, preferiblemente en al menos un 10%, siendo la dureza en la zona del centro longitudinal preferiblemente de entre 55-65 HRC y siendo la dureza en la zona del o de los extremos de entre 45-52 HRC.
- 45 25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 24, caracterizado por que para el calentamiento se utiliza al menos una bobina de inducción (37) que se inserta o posiciona por el lado del extremo en el componente de cubo (17a, 17b, 17c, 27a, 27b), girando con preferencia la bobina de inducción (37) y el componente de cubo (17a, 17b, 17c, 27a, 27b) durante el calentamiento relativamente entre sí.
- 50 26. Procedimiento según una de las reivindicaciones 17 a 24, caracterizado por que para el calentamiento se utiliza al menos un láser.

FIG. 1



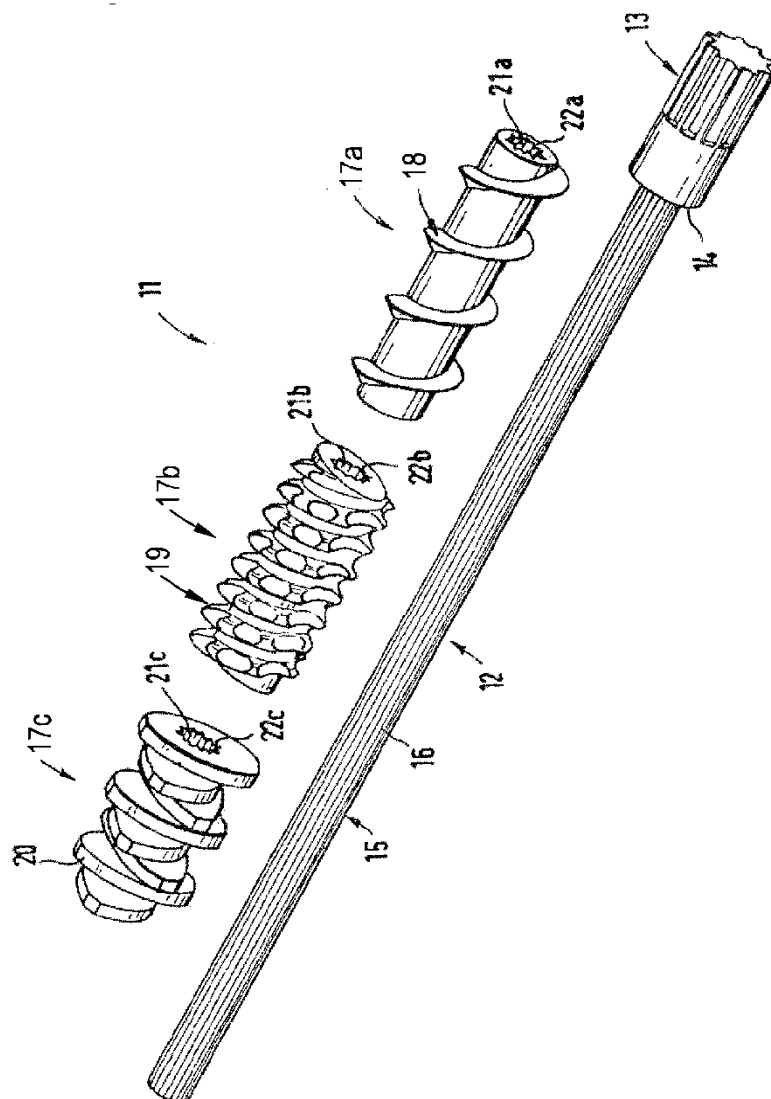


FIG. 2

FIG. 3

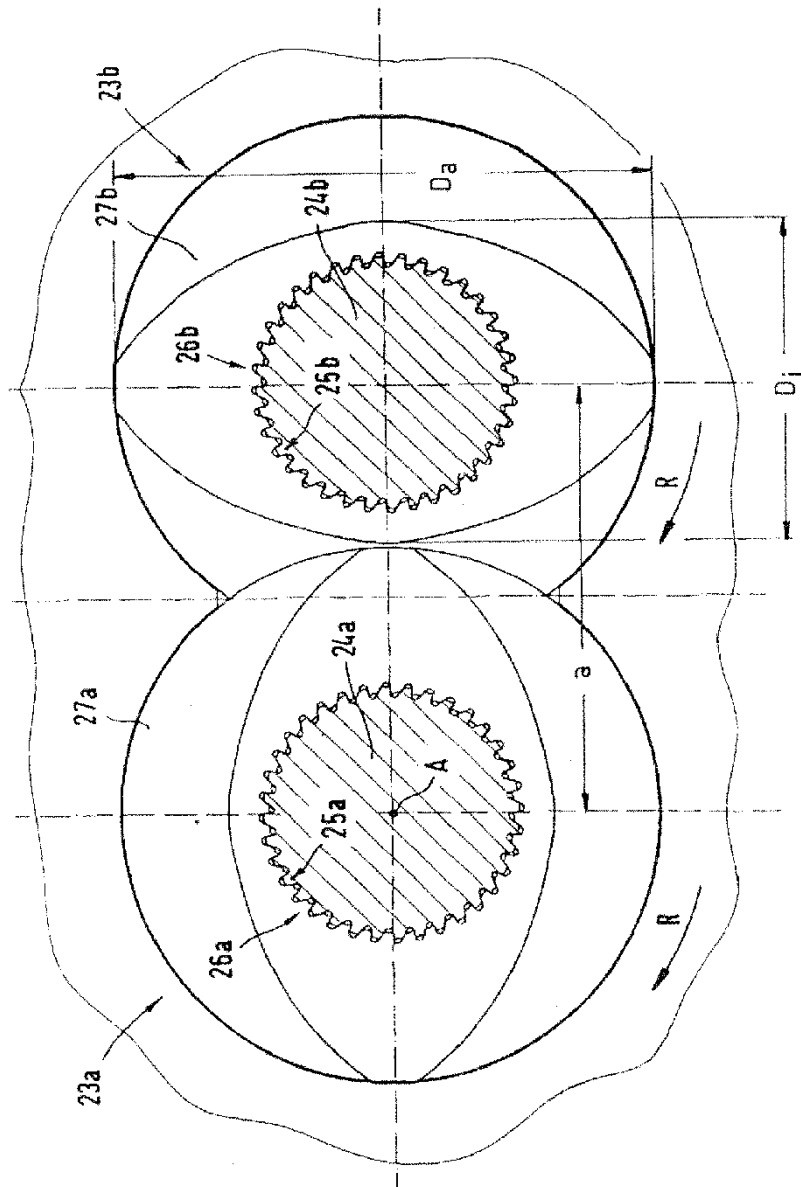


FIG. 4

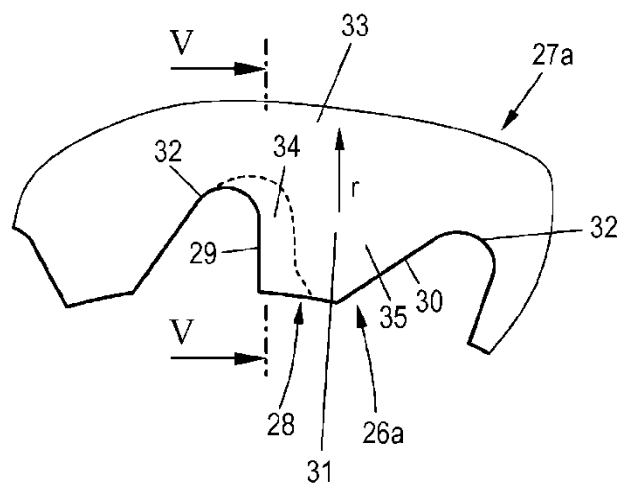


FIG. 5

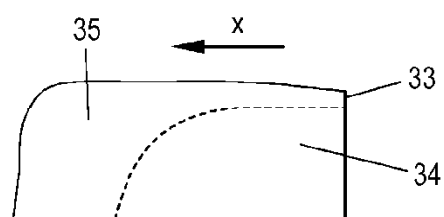


FIG. 6

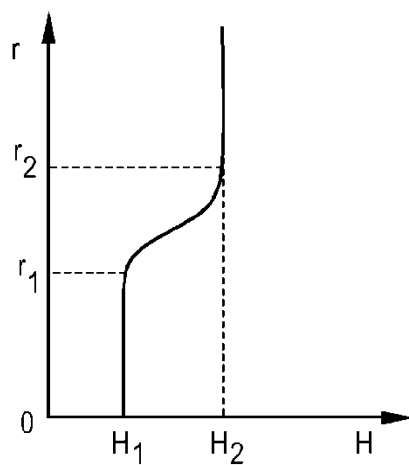


FIG. 7

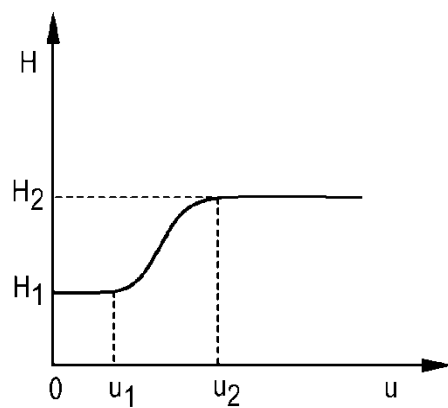


FIG. 8

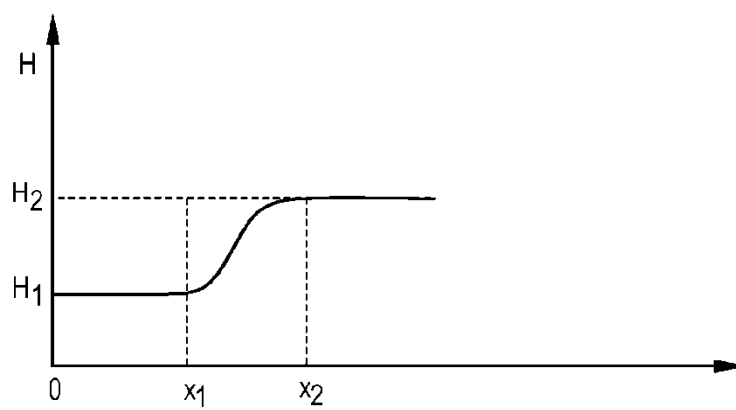


FIG. 9

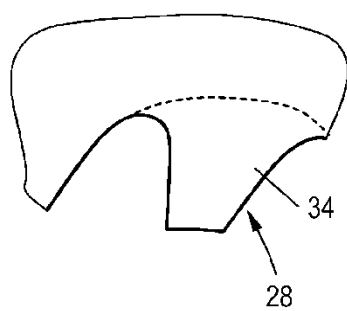


FIG. 10

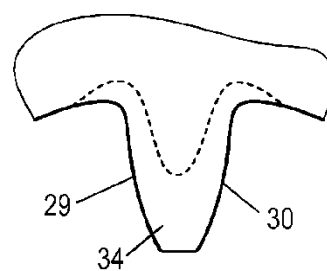


FIG. 11

