



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 448**

51 Int. Cl.:

B21C 3/08 (2006.01)

B21C 3/12 (2006.01)

B21D 7/00 (2006.01)

B21D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08802474 .0**

96 Fecha de presentación : **22.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2203264**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.07.2010**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo para transformar un material en forma de barra y material en forma de barra.**

30

Prioridad: **28.09.2007 DE 10 2007 046 870**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.10.2011

73

Titular/es: **Universität Dortmund
August-Schmidt-Strasse 4
44227 Dortmund, DE**

72

Inventor/es: **Hermes, Matthias;
Kurze, Bastian y
Tekkaya, A. Erman**

74

Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 365 448 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para transformar un material en forma de barra y material en forma de barra

- 5 El presente invento comprende un procedimiento y un dispositivo para transformar un material en forma de barra, así como un material en forma de barra, en donde se produce una reducción de la sección transversal por un lado y adicionalmente se realiza además, una flexión del material en forma de barra.
- 10 Hasta el momento, para doblar un material en forma de barra es necesario iniciar el momento de flexión en el perfil, mediante las correspondientes fuerzas transversales con un dispositivo de doblado o con una máquina. Se produce así una respectiva distribución de tensiones en la sección transversal que hace fluir el material del perfil y que genera con ello una flexión. Debido a que en este proceso, y particularmente en el caso de tubos de paredes delgadas, la sección transversal tiende a deformarse, a menudo la sección transversal interior está apuntalada por un mandril o un relleno. Los procedimientos comunes conocidos a tal respecto son la flexión con tres rodillos y la clásica flexión de tubos o flexión redonda.
- 15 Los procedimientos de flexión de tubos conocidos actualmente están generalmente ligados a elevados costos de herramientas debido a que las herramientas de flexión deben adaptarse a la pieza de trabajo correspondiente y ajustarse particularmente y de manera especial al respectivo diámetro del tubo. Los radios o contornos a doblar se modelan en este caso con la herramienta respectivamente.
- 20 Por lo demás, en los procedimientos conocidos debe tenerse en cuenta un retorno elástico de la pieza de trabajo doblada, para poder compensarla. De todos modos, esto resulta muy difícil debido a las fluctuaciones de carga del material de partida.
- 25 La EP 0 148 514 comprende un procedimiento y un dispositivo para fabricar tubos, así como el producto resultante. El invento posibilita la fabricación de tubos doblados mediante el estirado en frío de un tubo hueco en una operación con una reducción del diámetro exterior y del grosor de las paredes mediante una herramienta de transformación y un mandril.
- 30 La US 3,013,652 da a conocer un procedimiento para la tracción por deslizamiento de tubos mediante un tapón suelto combinado con un mandril y la flexión del tubo alrededor de un tambor.
- 35 La FR 2 467 644 describe un procedimiento para reducir el diámetro del tubo y una posterior expansión del tubo detrás de un punzón mediante una herramienta de transformación.
- 40 Por lo tanto, el objetivo del invento consiste en resolver, al menos parcialmente, los problemas descritos respecto al estado de la técnica y especificar particularmente un procedimiento y un dispositivo mediante los cuales puedan transformarse especialmente materiales en forma de barra de paredes delgadas, como por ejemplo tubos, así como también materiales en forma de barra con materiales nuevos de alta resistencia de manera sencilla, precisa y económica.
- 45 Estos objetivos se resuelven mediante un procedimiento conforme a las características de la reivindicación 1 y con un dispositivo conforme a las características de la reivindicación 8, así como con un material en forma de barra conforme a la reivindicación 13. Otras configuraciones favorables del procedimiento y del dispositivo se indican en las reivindicaciones formuladas de manera dependiente. Por otra parte, las características indicadas en las reivindicaciones se precisan y se explican más detalladamente en la descripción, en donde se representan también otras configuraciones preferentes del invento.
- 50 El objetivo en cuestión se resuelve mediante un procedimiento de transformación de un material en forma de barra, comprendiendo al menos los siguientes pasos:
- 55 a) introducción del material en forma de barra con un primer diámetro en una herramienta de transformación que gira alrededor del material en forma de barra en la dirección circunferencial,
 b) reducción del primer diámetro del material en forma de barra mediante la herramienta de transformación giratoria, a un segundo diámetro más pequeño,
 c) flexión del material en forma de barra mediante un dispositivo de curvado dispuesto aguas abajo de la herramienta de transformación, en donde la flexión del material en forma de barra se produce en la región de una zona de influencia de la herramienta de transformación.
- 60 El procedimiento aquí reivindicado permite doblar un material en forma de barra de manera plana (simple) o de manera espacial (compleja) con la posibilidad de modificar simultáneamente el diámetro o bien el grosor de la pieza de trabajo a lo largo de su eje longitudinal durante la flexión. Durante el proceso de transformación, el material en forma de barra está asegurado particularmente contra la torsión.
- 65

5 Para el procedimiento conforme al invento se adecuan particularmente los materiales metálicos en forma de barra, es decir, por ejemplo perfiles extendidos longitudinalmente, cerrados o abiertos o cuerpos redondos, perfiles huecos o tubos. Por lo general, el material en forma de barra presenta una longitud significativamente mayor que el diámetro, en particular en el caso de materiales en forma de barra tipo alambre, donde puede hablarse eventualmente de un perfil continuo.

10 El material en forma de barra es introducido en un paso a) con su primer diámetro (diámetro inicial o indicación equiparable de la extensión) en una herramienta de transformación, con lo cual la herramienta de transformación gira en la dirección circunferencial alrededor del material en forma de barra y con ello rueda particularmente sobre el contorno exterior del perfil. En otras palabras, esto significa por ejemplo también, que la herramienta de transformación ejerce fuerzas sobre una sección de la superficie periférica del material en forma de barra que posibilitan una reducción (uniforme) del diámetro.

15 El material en forma de barra posee además, en su estado aún no transformado por el procedimiento, un primer diámetro (medio), predeterminado por su contorno exterior correspondiente que es reducido por la herramienta de transformación giratoria en un paso b).

20 En principio pueden disponerse también varias herramientas de transformación de manera sucesiva, en particular coaxialmente, de modo que pueda reducirse reiteradamente un primer diámetro del material en forma de barra. Sin embargo, teniendo en cuenta una disposición sencilla y económica del dispositivo se prefiere una reducción del diámetro en una sola etapa.

25 Eventualmente, en el caso de cuerpos huecos, conjuntamente con el diámetro, la herramienta de transformación permite modificar al mismo tiempo el grosor de pared.

30 Aguas abajo de la herramienta de transformación (proceso de transformación) circunferencial se dispone un dispositivo de curvado que posibilita una flexión del material en forma de barra (proceso de doblado). Además, el dispositivo de curvado puede estar formado como matriz, a través de la cual se extiende el material en forma de barra. El dispositivo de curvado puede estar diseñado también como pasador, como ángulo o similar. De manera preferente, durante el procedimiento aquí propuesto, la flexión se realiza con un grado de flexión constante.

35 La flexión del material en forma de barra realizada en el paso c) se produce así en la región de una zona de influencia de la herramienta de transformación, identificada mediante la deformación plástica local del material del material en forma de barra mediante la herramienta de transformación. Debido a la transformación con una reducción asociada del diámetro o bien del grosor de pared del material en forma de barra mediante la herramienta de transformación, el material del material en forma de barra está sometido a una deformación plástica local. Gracias al estado de tensión producido de este modo, se favorece la flexión simultánea, de manera que en particular sólo deben aplicarse pequeñas fuerzas de doblado con el dispositivo de curvado. En otras palabras, la zona de influencia identifica la región del material en forma de barra que está sometida en un momento dado, a una deformación plástica local, en donde el material fluye, de manera que se posibilita otra transformación del mismo, por ejemplo, mediante flexión con un pequeño esfuerzo.

45 Dependiendo del tipo de reducción del diámetro, la zona de influencia puede mantenerse detrás de la herramienta de transformación durante diferentes intervalos de tiempo, de manera que la velocidad de introducción y el efecto de la fuerza de la herramienta de transformación permitan ajustar la zona de influencia (es decir, la sección de la deformación plástica hasta alcanzar nuevamente la solidificación).

50 Mediante el procedimiento propuesto puede producirse además, una solidificación definida en el material del material en forma de barra. A través de una modificación definida de la velocidad de la herramienta de transformación alrededor del material en forma de barra, con velocidad de introducción (avance) constante del material en forma de barra en la herramienta de transformación, puede producirse una solidificación variable en el punto correspondiente en la extensión axial del material en forma de barra. El material en forma de barra posee entonces una resistencia elevada en estos puntos sin modificaciones geométricas significativas, en particular sin modificaciones geométricas. Mediante este desarrollo del procedimiento pueden producirse por ejemplo, zonas de agotamiento definidas en una pieza. Esto puede ser relevante, por ejemplo, en el comportamiento de choque de un vehículo.

60 En un perfeccionamiento del invento se propone que una sección transversal interior de un material en forma de barra hueco esté apuntalado por un mandril en al menos una región parcial de la zona de influencia de la herramienta de transformación. Además, la sección transversal interior (libre) del material en forma de barra está apuntalada en al menos una región parcial de su superficie periférica interior, de manera que en una región parcial de la zona de influencia, el material en forma de barra hueco sólo sea reducido por la herramienta de transformación en su diámetro interior en una magnitud tal, que le permita estar dispuesto sobre el mandril en al menos una región parcial. Con ello, el mandril no se extiende en la región parcial de la zona de influencia de la herramienta de transformación, en la cual el material en forma de barra hueco ya es deformado mediante una flexión de manera que, como resultado de la flexión, no se produzcan superposiciones involuntarias entre el mandril y el material en forma de barra. El mandril puede utilizarse particularmente también en varias etapas sucesivas de deformación de modo que se extiende en

- particular y de manera especial, a través de todas estas etapas de deformación que originan un diámetro interior del material en forma de barra cada vez más reducido o bien mantienen un diámetro interior constante y sólo reducen el diámetro exterior o el grosor de pared. La forma de mandril y el posicionamiento axial del mandril permiten controlar también la influencia de la herramienta de transformación sobre el material. De este modo pueden generarse por ejemplo, en una posición del mandril directamente debajo de los componentes de transformación de la herramienta de transformación, tensiones de compresión casi netas y con ello una reducción del grosor de pared. En una posición del mandril delante de los componentes de transformación de la herramienta de transformación puede alcanzarse una tensión de doblado de empuje o bien incrementar dentro de la pared del tubo, reduciéndose así la solidificación producida en el material del material hueco en forma de barra.
- Conforme a un perfeccionamiento particularmente favorable del procedimiento, en el paso c) se fija un radio de flexión, que difiere a lo sumo en 5 %, en particular a lo sumo en 3 % de un radio de flexión del material en forma de barra curvado. Por radio de flexión se entiende el radio fijado en el paso c) del procedimiento, por ejemplo por un operador de la instalación. Por otro lado, el radio de flexión antes mencionado indica el radio del material en forma de barra curvado que puede medirse o que se genera en el producto final. De esta manera, el radio de flexión es particularmente mayor en el valor del retorno elástico que el radio de flexión fijado.
- El procedimiento se caracteriza también porque, como consecuencia de la flexión, este retorno elástico desciende muy levemente durante la deformación plástica del material mediante la herramienta de transformación. Se posibilita así, una flexión exacta o bien un ajuste exacto del radio de flexión, de manera que este resulta particularmente idéntico al último radio de flexión generado. Además, pueden generarse radios de flexión que varían particularmente en menos del 2 % e incluso en menos del 1 % respecto al radio de flexión. De esta manera, pueden evitarse errores en la estimación de la compensación del retorno elástico y realizarse procesos de flexión particularmente exactos.
- Conforme a otro modelo de fabricación conveniente del procedimiento, la herramienta de transformación presenta una velocidad de rotación alrededor del material en forma de barra de 50 a 3000 rpm [revoluciones por minuto]. Es preferible seleccionar la velocidad de rotación en la región superior indicada, para poder realizar así un procedimiento económico con fuerzas centrífugas aceptables. Además, la herramienta de transformación completa y/ o sus rodillos (individuales) pueden moverse con esta velocidad de rotación de manera relativa alrededor del material en forma de barra.
- Una herramienta de transformación giratoria particularmente rápida conduce el material en la zona de influencia de la herramienta de transformación en un estado de tensión, en donde el material del material en forma de barra ya se hace fluir de manera parcial o total de modo que, para el proceso real de doblado ya no se requieren fuerzas elevadas y se reduce adicionalmente el retorno elástico.
- Conforme a otro modelo de fabricación, se prevé que la relación del radio de flexión (R_B) con un segundo diámetro (D_2) esté en un rango de 1 a 5 ($5 \geq R_B / D_2 \geq 1$), preferentemente en un rango de 1 a 3 y de manera particularmente preferente en un rango de 1 a 2. Esta relación del radio de flexión R_B fijada con un segundo diámetro D_2 que describe el diámetro exterior tras la transformación del material en forma de barra es un parámetro para el grado de transformación alcanzable de la flexión del material en forma de barra.
- Resulta ventajoso además, que el material en forma de barra se mecanice particularmente también a partir de material altamente resistente, por ejemplo de acero resistente al calor, acero TRIP (Transformation Induced Plasticity), de acero de dos fases o de aleaciones de titanio o de aluminio.
- Conforme a otra configuración favorable, el paso b) se realiza con una velocidad de rotación variable de la herramienta de transformación, en donde se ven particularmente influidas las regiones parciales del material en forma de barra limitadas localmente respecto a la propiedad del material y en particular se solidifican. Así, la velocidad de rotación se modifica significativamente, en especial en más del 10% y de manera preferente en más del 25% y en particular en más del 50% respecto a la velocidad existente. Se prefiere que la velocidad de rotación se eleve y se reduzca al menos una vez, en particular nuevamente en un valor inicial. La modificación puede producirse así de manera particularmente inconstante, para generar las propiedades deseadas del material con elevada selectividad en las regiones parciales individuales localmente limitadas. Los demás parámetros, como distribución de la herramienta de transformación en dirección radial, avance del material en forma de barra, etc. pueden respaldar de manera ventajosa este efecto y ajustarse o bien modificarse consecuentemente. Así, pueden generarse por ejemplo, zonas de agotamiento de la pieza, de manera precisa y definida.
- El dispositivo conforme al invento en el que se basa adicionalmente el invento está caracterizado por su aptitud para transformar un material en forma de barra, comprendiendo
- al menos una herramienta de transformación giratoria que gira en la dirección circunferencial alrededor del material en forma de barra para reducir un primer diámetro del material en forma de barra, a un segundo diámetro más pequeño,
 - una unidad de avance para producir un avance del material en forma de barra respecto a la herramienta de transformación giratoria y

- un dispositivo móvil de curvado respecto a la herramienta de transformación para doblar el material en forma de barra.

5 El dispositivo aquí descrito es particularmente apto para realizar el procedimiento conforme al invento igualmente aquí descrito. Por este motivo, para explicar la función o bien el funcionamiento del dispositivo, puede recurrirse también a las explicaciones del procedimiento de transformación descrito.

10 El término "dispositivo" hace referencia aquí a una instalación dispuesta exclusivamente para este fin por un lado, así como también a un juego de herramientas que puede disponerse por ejemplo, sobre dispositivos giratorios.

15 Para realizar un procedimiento combinado de transformación y flexión, el dispositivo presenta una unidad de avance que aprieta el material en forma de barra a través de la herramienta de transformación o bien que lo tira a través de la herramienta de transformación. Una combinación de estos dos rasgos es igualmente posible. El dispositivo presenta además (al menos una) herramienta de transformación giratoria. Esta herramienta de transformación puede girar completa- o parcialmente (por ejemplo, cuerpos de rodadura individuales dispuestos en contacto con el material en forma de barra) alrededor del material en forma de barra. De forma preferente, el eje de rotación de la herramienta de transformación está dispuesto básicamente de manera paralela a la dirección de avance del material en forma de barra en la región de la herramienta de transformación, de modo que una fuerza de transformación puede actuar tangencial y radialmente sobre su sección transversal. El dispositivo de curvado, dispuesto aguas abajo de la herramienta de transformación en dirección de avance dobla el material en forma de barra y posee para este fin, un alojamiento adaptado o bien una guía para el material en forma de barra. Cabe señalar también aquí, que en caso necesario, al menos dos de los módulos aquí mencionados (herramienta de transformación, unidad de avance, dispositivo de curvado) pueden diseñarse combinados o bien integrados entre sí.

25 Conforme a una ejecución particularmente ventajosa del dispositivo, éste posee un control que es particularmente programable o que permite una operación directa y mediante el cual pueden controlarse especialmente, y de manera automatizada, todos los componentes del dispositivo.

30 El dispositivo de curvado puede posicionarse especialmente mediante el control. Por lo demás, este "posicionamiento" implica particularmente un desplazamiento en un espacio tridimensional detrás de la herramienta de transformación, así como también una torsión del dispositivo de curvado en cada uno de los tres ejes espaciales. La posición del dispositivo de curvado puede controlarse y modificarse especialmente durante el proceso de transformación. Por consiguiente, también resulta posible guiar el material en forma de barra aún no doblado pero ya transformado, hacia la herramienta de transformación, de manera que no resulte forzosamente necesario guiar adicionalmente el material en forma de barra hacia el dispositivo de curvado.

35 El control resulta particularmente apto además, para satisfacer al menos alguna de las siguientes funciones: comandar, regular o posicionar el avance, velocidad de rotación de la herramienta de transformación y posicionamiento del mandril para apuntalar una sección transversal interior.

40 Conforme a otro modelo de fabricación favorable, al menos una herramienta de transformación giratoria es una herramienta de conformación por estirado. En otro modelo de fabricación particularmente preferente, esta herramienta de conformación por estirado posee un cuerpo base con una escotadura a través de la cual, durante el proceso, se guía el material en forma de barra. Sobre este cuerpo base se disponen además varios rodillos que pueden girar alrededor de su propio eje y que están en contacto con el material en forma de barra, provocando así la transformación del material en forma de barra. Por otra parte, pueden disponerse al menos dos pero también más (por ejemplo 4, 5, 6, 8, 10) rodillos alrededor del material en forma de barra sobre el cuerpo base de la herramienta de conformación por estirado. Los rodillos son preferentemente cilíndricos, pero esto no es forzosamente necesario.

45 Por otra parte, los rodillos son autoimpulsados periódicamente. Los ejes de los rodillos se disponen particularmente de manera paralela al eje de rotación de la herramienta de transformación.

50 Conforme a un modelo de fabricación particularmente favorable de la herramienta de conformación por estirado, la herramienta de conformación por estirado giratoria posee rodillos regulables en sentido radial y el dispositivo, en particular un control en particular para la regulación automática de los rodillos. Los rodillos dispuestos sobre el cuerpo base de la herramienta de conformación por estirado giratoria pueden regularse además de manera radial o bien desmontable respecto al material en forma de barra a transformar sobre el cuerpo base de la herramienta de conformación por estirado, de modo que puedan generarse diferentes contornos exteriores y/o grados de deformación plástica del material en forma de barra. En particular, debe acoplarse la velocidad de distribución con la velocidad de avance, de manera que las transiciones como por ejemplo radios o conicidades puedan ajustarse a discreción.

55 Por lo demás, los rodillos pueden presentar diversas formas. Pueden estar formados de manera cónica, o presentar una forma cilíndrica o también esférica y particularmente cualquier otra forma.

60 Conforme a otro modelo de fabricación favorable del dispositivo, éste posee un mandril que apuntala al menos parcialmente una sección transversal interior del material en forma de barra en al menos una región parcial de una zona

de influencia de al menos una herramienta de transformación. El mandril puede desplazarse regularmente de manera relativa respecto a la posición de la herramienta de transformación y puede "sumergirse" particularmente de manera parcial en la herramienta de transformación.

5 El material en forma de barra conforme al invento se genera mediante el procedimiento conforme al invento y posee al menos una zona de agotamiento. Esta zona de agotamiento se define mediante al menos una propiedad del material con variación local del material en forma de barra que se produce particularmente mediante variantes ajustadas del procedimiento en el material en forma de barra. Estas propiedades del material con variación local pueden encontrarse así particularmente a lo largo del contorno completo, limitado en la dirección de extensión axial del material en forma de barra, en donde se encuentran propiedades variables del material, particularmente a través de la sección transversal completa del material en forma de barra (respecto a las otras regiones axiales). Además, regiones parciales del contorno de una sección axial del material en forma de barra o regiones parciales de la sección transversal del material en forma de barra pueden presentar también propiedades del material con variación local. Especialmente en estas zonas, el material en forma de barra está realizado de manera particularmente frágil, de modo que mediante esta propiedad del material se define un lugar de agotamiento. Como propiedad del material se define particularmente una propiedad mecánica, eventualmente al menos alguna del siguiente grupo: resistencia, dureza, ductilidad, disposición estructural, solidificación, grado de transformación, etc.

20 El invento así como el contexto técnico se explica más detalladamente en lo que sigue mediante las figuras. Cabe destacar aquí, que las figuras muestran particularmente variantes de fabricación preferentes del invento, pero que sin embargo no se limitan a éstas. Muestran esquemáticamente:

la figura 1: un dispositivo durante el proceso en una vista en perspectiva,

25 la figura 2: otro dispositivo durante el proceso en una vista en perspectiva,

la figura 3: un dispositivo durante el proceso en una vista superior,

30 la figura 4: otro dispositivo durante el proceso en una vista superior y

la figura 5: una sección transversal mediante la vista lateral de un dispositivo.

35 La figura 1 muestra aquí el dispositivo 13 para la conformación por estirado y la flexión combinadas de un material en forma de barra 1 mediante una herramienta de conformación por estirado 16 giratoria, utilizada aquí como herramienta de transformación 2, con tres rodillos 17 dispuestos de manera giratoria alrededor del material en forma de barra 1 realizado por la herramienta de transformación 2. El material en forma de barra 1 posee además, un primer diámetro 3 delante de la herramienta de transformación 2 y es apretado mediante un dispositivo de avance 14 con un avance 15 a través de la herramienta de transformación 2. Además, como consecuencia del proceso de transformación mediante la herramienta de transformación 2, el diámetro 3 del material en forma de barra 1 es reducido a un segundo diámetro 11 detrás la herramienta de transformación 2. Como consecuencia de la transformación mediante los rodillos 17, el material del material en forma de barra 1 es deformado plásticamente en la zona de influencia 5 de la herramienta de transformación 2 de manera parcial (en la parte exterior), de modo que se posibilita la flexión del material en forma de barra 1 aplicando fuerzas más pequeñas.

45 La herramienta de transformación 2 dispuesta aguas abajo del dispositivo de curvado 4 se ajusta, eventualmente mediante un control 18, de modo que se genera un radio de flexión 9. Además, este radio de flexión 9 se ingresa en el control 18 o se ajusta en el dispositivo 13 en donde, como consecuencia del retorno elástico del material en forma de barra 1, tras la flexión se origina un radio de flexión 10 en el producto final del material en forma de barra 1 producido.

50 El control 18 es particularmente apto para un control conjunto de por lo menos la unidad de avance 14, de la velocidad de rotación y de distribución o bien del recorrido de distribución de los rodillos 17, de la velocidad de rotación de la herramienta de transformación 2 y del posicionamiento del dispositivo de curvado 4. Esto se representa en la figura 1 mediante las líneas de unión discontinuas entre la unidad de control 18 y los componentes individuales del dispositivo.

55 La figura 2 muestra una vista en perspectiva de otro dispositivo 13 en donde se representa el reverso de la herramienta de transformación 2 con los alojamientos de los ejes de los rodillos 23 en el cuerpo base 19. El dispositivo de curvado 4 está realizado como matriz, mediante la cual se extiende el material en forma de barra 1. Mediante la herramienta de transformación 2 se reduce el primer diámetro 3 del material en forma de barra al segundo diámetro 11.

60 La figura 3 muestra esquemáticamente una vista superior de la herramienta de conformación por estirado 16, que consta básicamente de un cuerpo base 19 y, en este caso, de tres rodillos 17 dispuestos de manera giratoria sobre el cuerpo base 19. Además, la herramienta de conformación por estirado 16 gira con su cuerpo base 19 y con los

5 rodillos 17 alrededor del material en forma de barra 1 que presenta un primer diámetro 3 en la región situada delante de la herramienta de transformación y, en estado transformado, un segundo diámetro 11 detrás de la herramienta de transformación. En este modelo de fabricación, los rodillos 17 se representan en una ejecución cónica, cuyo diámetro menor se engrana con el primer diámetro 3 del material en forma de barra 1 y cuyo diámetro mayor genera el segundo diámetro 11 transformado del material en forma de barra 1.

10 La figura 4 muestra esquemáticamente una vista superior de otro dispositivo 13, con una herramienta de conformación por estirado 16 que consta básicamente de un cuerpo base 19 y de rodillos 17 dispuestos sobre el mismo que pueden realizar un movimiento de distribución 20 mediante unidades de avance. Durante el proceso, el cuerpo base 19 gira con un primer sentido de giro 21 alrededor del material en forma de barra 1 y los rodillos giran con un segundo sentido de giro 22, con lo cual los rodillos 17 ruedan sobre el contorno del material en forma de barra 1.

15 La figura 5 muestra esquemáticamente una sección transversal del dispositivo 13, en donde aquí se representa un material hueco en forma de barra 1 que presenta un primer diámetro 3 delante de la herramienta de transformación 2 y una sección transversal interior 6 y un correspondiente grosor de pared 12. El material en forma de barra 1 se reduce en la región de la zona de influencia 5 de la herramienta de transformación 2 del primer diámetro 3 al segundo diámetro 11, en donde un mandril 7 está introducido en al menos una región parcial 8 de la zona de influencia 5 de la herramienta de transformación 2, de modo que en esta zona, el material en forma de barra 1 está apuntalado con su sección transversal interior 6 sobre el mandril 7. En una región parcial del material en forma de barra 1 axialmente limitada se genera una zona de agotamiento 24 mediante respectivas modificaciones de parámetros individuales o múltiples del procedimiento.

25 El presente invento no se limita a los ejemplos de fabricación representados. En el marco de las reivindicaciones, por el contrario, son posibles muchas variaciones del invento.

Signos de referencia

- 1 Material en forma de barra
- 2 Herramienta de transformación
- 30 3 Primer diámetro (D_1)
- 4 Dispositivo de curvado
- 5 Zona de influencia
- 6 Sección transversal interior
- 7 Mandril
- 35 8 Región parcial
- 9 Radio de flexión (R_B)
- 10 Radio de flexión (R_K)
- 11 Segundo diámetro (D_2)
- 40 12 Grosor de pared
- 13 Dispositivo
- 14 Unidad de avance
- 15 Avance
- 16 Herramienta de conformación por estirado
- 17 Rodillos
- 45 18 Control
- 19 Cuerpo base
- 20 Movimiento de distribución
- 21 Primer sentido de giro
- 22 Segundo sentido de giro
- 50 23 Alojamiento del eje del rodillo
- 24 Zona de agotamiento

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de transformación de un material en forma de barra (1), comprendiendo al menos los siguientes pasos:
- 5 a) Introducción del material en forma de barra (1) con un primer diámetro (3) en una herramienta de transformación (2) rotando alrededor del material en forma de barra (1) en la dirección circunferencial,
 b) reducción del primer diámetro (3) del material en forma de barra (1) mediante la herramienta de transformación (2) giratoria a un segundo diámetro (11) más pequeño,
 10 c) flexión del material en forma de barra (1) mediante un dispositivo de curvado (4), dispuesto aguas abajo de la herramienta de transformación (2),
 en donde la flexión del material en forma de barra (1) se produce en la región de una zona de influencia (5) de la herramienta de transformación (2).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación de patente 1, en donde una sección transversal interior (6) de un material en forma de barra hueca (1) está apuntalada por un mandril (7) en al menos una región parcial (8) de la zona de influencia (5) de la herramienta de transformación (2).
- 20 3. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones de patente precedentes, en donde en el paso c) se fija un radio de flexión (9) que difiere a lo sumo en 5 %, particularmente en a lo sumo 3 % de un radio de flexión (10) del material en forma de barra curvada (1).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones de patente precedentes, en donde la velocidad de giro de la herramienta de transformación (2) alrededor del material en forma de barra (1) está comprendida entre 50 y 3000 rpm.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones de patente precedentes, en donde una relación del radio de flexión (9) con un segundo diámetro (11) está en el rango de 1 a 5.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones de patente precedentes, en donde el material en forma de barra (1) se mecaniza a partir de al menos un material del siguiente grupo: acero resistente al calor, acero TRIP, acero de dos fases, aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones de patente precedentes, en donde el paso b) es realizado con una velocidad de rotación variable de la herramienta de transformación (2).
- 45 8. Dispositivo (13) para transformar un material en forma de barra (1), comprendiendo:
- al menos una herramienta de transformación (2) que gira en la dirección circunferencial alrededor del material en forma de barra (1) para reducir un primer diámetro (3) del material en forma de barra (1),
 - 40 - una unidad de avance (14) para producir un avance (15) del material en forma de barra (1) respecto a la herramienta de transformación (2) giratoria, y
 - un dispositivo de curvado (4) móvil respecto a la herramienta de transformación (2) para doblar el material en forma de barra (1).
- 50 9. Dispositivo (13) según la reivindicación de patente 8, comprendiendo un control (18), particularmente para el posicionamiento automatizado del dispositivo de curvado (4).
- 55 10. Dispositivo (13) según una de las reivindicaciones de patente 8 o 9, en donde al menos una herramienta de transformación (2) es un herramienta de conformación por estirado (16) giratoria.
- 60 11. Dispositivo (13) según la reivindicación de patente 10, en donde la herramienta de conformación por estirado (16) giratoria presenta rodillos (17) regulables en dirección radial y el dispositivo (13) comprende especialmente, un control (18), particularmente para la regulación automática de los rodillos (17),
12. Dispositivo (13) según una de las reivindicaciones de patente de 8 a 11, comprendiendo un mandril (7) que es apto para apuntalar, al menos parcialmente, una sección transversal interior (6) de un material en forma de barra (1) hueco, en al menos una región parcial (8) de una zona de influencia (5) de al menos una herramienta de transformación (2).
13. Material en forma de barra (1) fabricado mediante un procedimiento según una de las reivindicaciones de patente de 1 a 7 en donde se prevé al menos una zona de agotamiento (24), que ha sido producida de manera precisa y definida y que es al menos una propiedad del material con variación local, del material en forma de barra.

FIG. 1

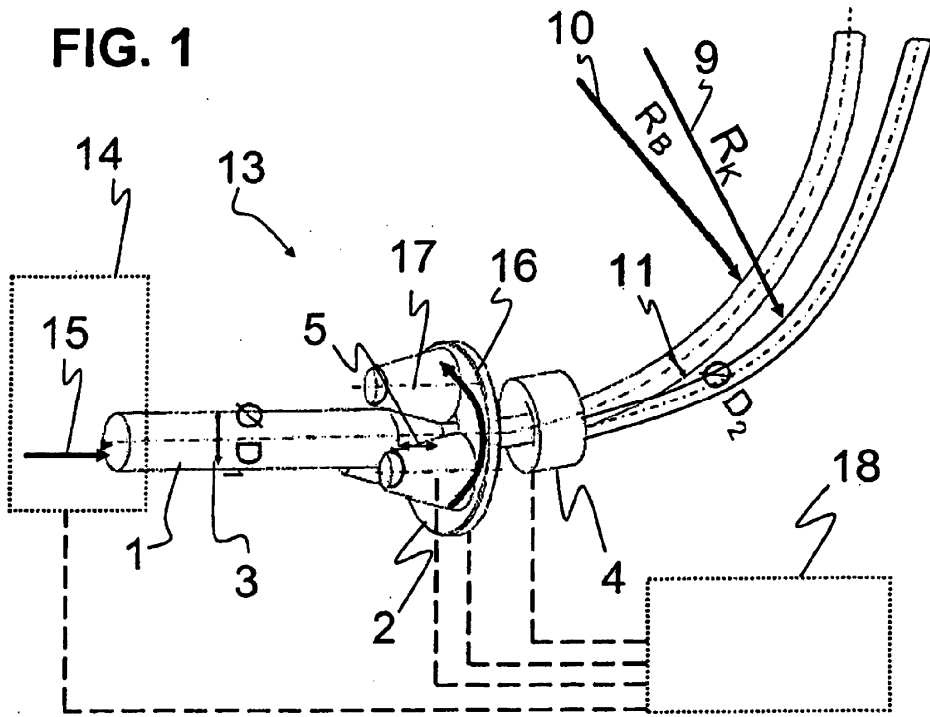
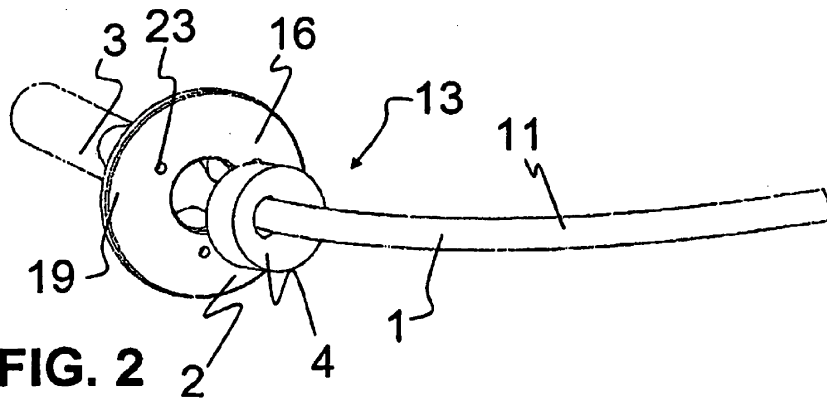


FIG. 2



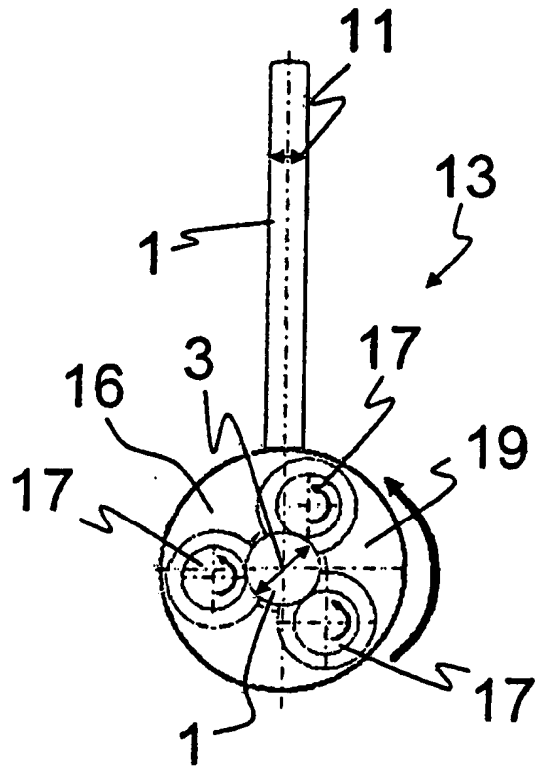


FIG. 3

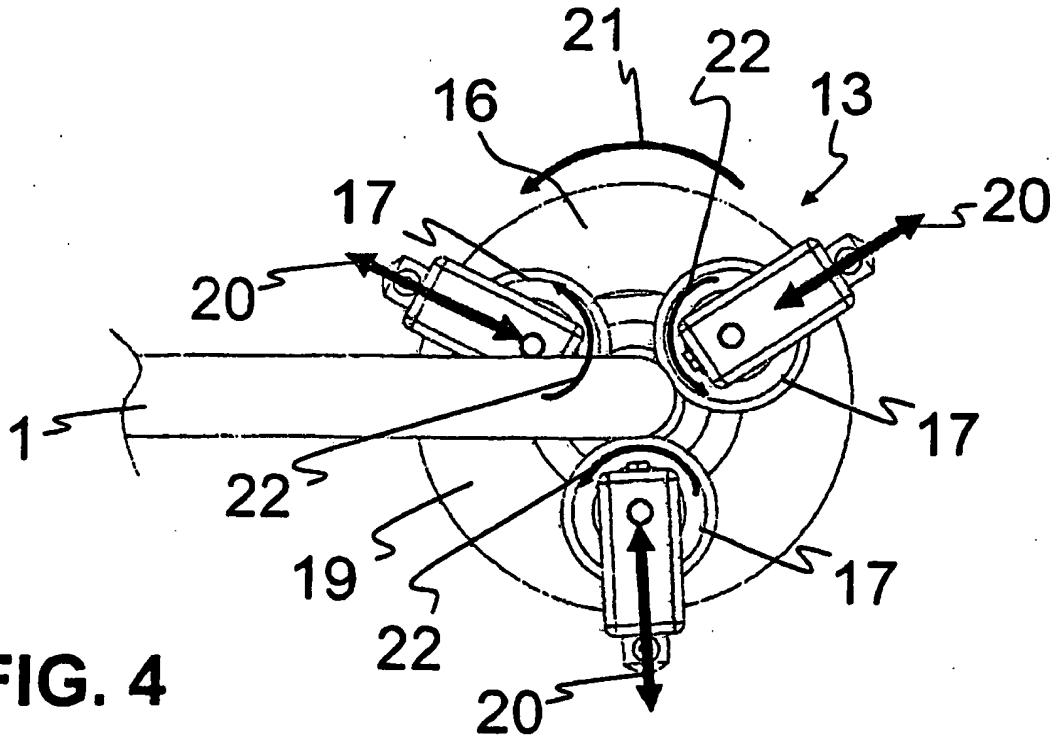


FIG. 4

FIG. 5

