

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 917**

51 Int. Cl.:

B21B 27/00 (2006.01)

B21H 8/00 (2006.01)

B31F 1/07 (2006.01)

B44B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2015 PCT/EP2015/074288**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2016 WO16083026**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2015 E 15781952 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3223970**

54 Título: **Texturizado de superficies de herramientas de conformación**

30 Prioridad:

28.11.2014 DE 102014224413
23.12.2014 DE 102014226970

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2019

73 Titular/es:

SMS GROUP GMBH (100.0%)
Eduard-Schloemann-Strasse 4
40237 Düsseldorf, DE

72 Inventor/es:

KOHLRAUSCH, ARNT;
PAWELSKI, HARTMUT y
SHELLMANN, MARKUS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 726 917 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

Texturizado de superficies de herramientas de conformación

Campo técnico

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una herramienta de conformación, que presenta una superficie de estampado estructurada, que para la conformación plástica de un sustrato puede ponerse en contacto con una superficie del mismo. Además la invención se refiere a una herramienta de conformación de este tipo.

Antecedentes de la invención

10 En procesos de conformación plástica se utilizan con frecuencia superficies de estampado, por ejemplo la superficie de un cilindro de trabajo en el tren de laminación, con textura de superficie especialmente estructurada. A este respecto existe el objetivo de estampar mediante conformación plástica una impresión de la estructura superficial de la superficie de estampado en la superficie del sustrato en cuestión. Una impresión de este tipo, que superpone una estructura de material posiblemente ya presente y/o estructura de rugosidad cercana a la superficie condicionada por un proceso puede estar motivada por razones ópticas, tribológicas, relativas a la técnica de los materiales, relativas a la técnica de ensamblado o por una combinación de estas razones.

15 Va a exponerse brevemente un desarrollo de proceso a modo de ejemplo para el estampado de material de chapas en el denominado proceso de acabado: En la laminación en frío se utilizan cilindros con una rugosidad definida, para cumplir con las condiciones de agarre y condiciones de lubricación para la conformación. Por ejemplo se sabe cómo picar el último par de cilindros del tren de laminación en frío para que las superficies de los últimos devanados de una bobina durante el recocido no se peguen. Durante el proceso de laminación la rugosidad de los cilindros se estampa sobre la chapa. Tras la laminación en frío las chapas se someten a recocido para producir la capacidad de conformación necesaria para la embutición subsiguiente. Por motivos técnicos relativos al proceso solo con dificultad pueden evitarse modificaciones de las estructuras superficiales durante el recocido. Después del recocido la chapa presenta además un límite elástico marcado, lo que durante la conformación puede llevar a figuras de fluencia. 20 Mediante el siguiente acabado mediante laminación de la chapa en la caja de acabado estos efectos generalmente indeseados pueden reducirse o eliminarse. Al mismo tiempo el acabado mediante laminación se usa para producir la textura de superficie definitiva. La estructura mediante el cilindro acabador superpone la estructura aplicada mediante laminación en frío y recocido.

30 Para la producción de la estructura de estampado en particular sobre el cilindro acabador se dispone de los siguientes procedimientos; entre estos se presentan el texturizado por granallado, denominado en inglés "Shot Blast Texturing" (SBT), texturizado por descarga eléctrica "Electrical Discharge Texturing" (EDT), texturizado por láser "Laser Texturing" (LT), texturizado por haz de electrones, "Electron Beam Texturing" (EBT), Pretex.

35 En la conformación del sustrato para la formación de estructuras de la superficie tiene lugar una deformación plástica no solo cerca de la superficie, sino que este proceso condiciona un flujo de material a lo largo de al menos una dirección principal adicional. Para permanecer en el ejemplo de los procesos de laminación, en este caso se realiza una disminución de grosor del sustrato, que principalmente lleva a un alargamiento. El alargamiento generalmente es voluntario y además inevitable. Lleva a un estiraje del material en la dirección de laminado. Un estiraje transversalmente a la dirección de laminado no tiene lugar o mínimamente.

40 El alargamiento, o, en general, la deformación a lo largo de una o varias direcciones principales, tiene como consecuencia que una estructura existente sobre la superficie o aplicada sobre la superficie se distorsione geoméricamente de acuerdo con la dimensión de la deformación a lo largo de las direcciones principales (en el caso de la laminación de acuerdo con la dimensión de la reducción de grosor o alargamiento). Una estructura originariamente circular, por ejemplo, se deforma hasta formar una elipse, cuyo eje principal está situado en paralelo a la dirección de laminado.

45 La calidad del estampado puede deteriorarse esencialmente por completo por esta distorsión condicionada por el proceso. Por regla general se pretende una reproducción sin distorsión, que se presente sin embargo solo cuando se evite una deformación a lo largo de tales direcciones, que no pertenecen al texturizado, es decir, a lo largo de las direcciones principales anteriormente citadas. Un conflicto de objetivos considerable en la conformación plástica con texturizado de superficies consiste por tanto en que una alta calidad del estampado se oponga a un grado de conformación alto. Un grado de deformación alto a lo largo de una o varias direcciones principales, es decir, por ejemplo una intensa reducción del material con un flujo másico constante, a su vez, fomenta la productividad. En este sentido también un aumento de la productividad se opone a la calidad de la textura de superficie que se desea.

Aunque el problema anterior del texturizado de superficies se ha expuesto principalmente relacionado con un proceso de laminación como un procedimiento a modo de ejemplo para la conformación plástica, también aparecen las dificultades en otros procedimientos de conformación plastomecánicos y procesos discontinuos, entre los que se encuentran el forjado, estampado, sellado, plaqueado y otros.

5 Descripción de la invención

Un objetivo de la invención consiste en indicar una herramienta de conformación y un procedimiento para la producción del mismo, con el que pueda alcanzarse un grado de deformación alto con una mejora de la calidad de la impresión.

10 El objetivo se resuelve con un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y una herramienta de conformación con las características de la reivindicación 10. De las reivindicaciones dependientes se suceden perfeccionamientos ventajosos de las siguientes.

El documento JP H05 92283 A describe un procedimiento y un dispositivo para el procedimiento de una superficie de un cilindro de trabajo mediante un láser.

Descripción de la invención así como descripción de ejemplos de realización preferidos.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para la fabricación de una herramienta de conformación, que presenta una superficie de estampado estructurada. La superficie de estampado estructurada puede ponerse en contacto con una superficie del mismo para la conformación plástica de un sustrato. En caso del proceso de laminación preferido el sustrato por ejemplo es una chapa de metal que va a laminarse, y como superficie de
20 estampado se considera preferentemente la superficie perimetral de un cilindro de trabajo, por ejemplo de un cilindro acabador. No obstante la invención también es adecuada para otros procedimientos de conformación, como por ejemplo la forja, estampado, sellado o plaqueado.

Inicialmente se determina una estructura objetivo que va a fabricarse sobre el sustrato, que también se denomina
25 textura. Se trata a este respecto del perfil de superficie deseado que va a fabricarse mediante deformación plástica. La estructura objetivo podría representarse por ejemplo inequívocamente como función bidimensional, un perfil de montaña y de valle dependiendo de la posición sobre la superficie. Preferentemente la estructura objetivo está diseñada isótropa, es decir, al menos en una determinada relación independiente de la dirección. La definición de la estructura objetivo puede contener también una medida de la rugosidad (la rugosidad media, la rugosidad media cuadrática, la profundidad de rugosidad, el número de crestas, etc.). Una distorsión no deseada de la estructura objetivo se mostraba en el pasado especialmente en estructuras de alta rugosidad o altos grados de conformación.
30 La invención resuelve este problema, y en este aspecto es especialmente adecuada para estructuras objetivo de este tipo.

La estructura objetivo a continuación se distorsiona geoméricamente, por lo que se obtiene una estructura, que en la presente memoria va a denominarse estructura de reproducción de estampado. La distorsión geométrica incluye en particular un recalado y estirado de la estructura objetivo. El sentido de esta transformación consiste en compensar
35 una deformación indispensable y generalmente deseada del sustrato a lo largo de una o varias direcciones principales. Se le llama una dirección principal a una dirección, que no está determinada por el perfilado o texturizado, a lo largo de la cual sin embargo tiene lugar una conformación plástica del sustrato durante la formación de perfiles. Si en el caso del procedimiento de conformación se trata por ejemplo del procedimiento de laminado anteriormente tratado, la citada dirección principal corresponde a la dirección de laminado; porque a lo largo de la
40 dirección de laminado tiene lugar un estirado o alargamiento del material, que se produce mediante el efecto de laminación, pero no mediante la formación de estructuras propiamente dicha. Sin embargo un alargamiento transversalmente a la dirección de laminado (en el plano del sustrato) en cambio no tienen lugar o al menos ligeramente, de modo que en el proceso de laminación puede partirse de una conformación a lo largo solo de una dirección principal. Expresado de otro modo esto significa: una conformación plana se realiza en la dirección de
45 longitudinal y de grosor, pero no en la dirección de ancho, de modo que con respecto a la superficie la deformación solamente aparece en una dirección principal, concretamente en la dirección longitudinal. En general no obstante la conformación puede tener lugar no obstante a lo largo de varias direcciones principales. La transformación geométrica por consiguiente compensa en el caso del laminado el alargamiento del sustrato en la dirección de laminado. Cuando la estructura objetivo por ejemplo se compone de una pluralidad de círculos, estos se recalcan en
50 el marco de la distorsión geométrica de manera consciente y deseada formando elipses, situándose sus ejes principales transversalmente a la dirección de laminado.

La estructura de reproducción de estampado se invierte a continuación, por lo que se obtiene una estructura, que se denomina estructura de estampado. La superficie de estampado de la herramienta de conformación se fabrica entonces de acuerdo con la estructura de estampado obtenida de este modo. En otras palabras, la estructura de
55 estampado es aquella estructura, con la que debe dotarse la superficie de estampado de la herramienta de

conformación.

La invención permite un grado de impresión de la herramienta sobre el sustrato, sin crear distorsiones involuntarias en la textura objetivo. Pueden realizarse rugosidades elevadas, sin que repercuta negativamente en la calidad de la estructura objetivo. En particular con el procedimiento presentando en la presente memoria pueden crearse estructuras regulares y/o isotrópicas con alto grado de conformación. A diferencia de estructuras más bien estocásticas, en las que puede verse directamente una distorsión. Para aumentar la calidad en el pasado eran necesarios grandes diámetros de laminación, bajos grados de conformación y/u otras soluciones técnicas desventajosas. La invención resuelve este problema. En particular contribuye a la mejora de la calidad de superficie en cuanto a las propiedades ópticas, tribológicas, relativas a la técnica de materiales, relativas a la técnica de ensamblaje y/o de una combinación de estas u otras propiedades. Todo esto puede realizarse asociado con grados de conformación o de impresión francamente altos, por lo que se alcanza un aumento de la productividad sin modificación constructiva de la instalación de conformación. Por consiguiente la invención puede realizarse con pocas modificaciones en la herramienta.

Preferentemente la estructura objetivo se describe mediante una función de transmisión, cuyos parámetros o argumentos contienen la estructura de estampado y uno o varios parámetros de proceso. Los parámetros de proceso en este sentido describen el comportamiento de conformación del sustrato durante la deformación plástica a lo largo de una o varias direcciones principales. La denominación "parámetros de proceso" se entiende en la presente memoria en general e incluye parámetros del sustrato que va a mecanizarse, como los parámetros, que describen propiedades de la herramienta de conformación. Por ejemplo la deformación a lo largo de una dirección principal puede depender del grosor de sustrato, por ejemplo del grosor de chapa o grosor de banda en la laminación. Además la capacidad de conformación puede depender de la tensión de deformación permanente del material. Una variable geométrica, en el proceso de laminación por ejemplo el diámetro del cilindro, puede influir asimismo en el comportamiento de conformación del sustrato. Cuanto mayor el diámetro de cilindro, menor es el alargamiento en la dirección de laminado. Otros parámetros, que son importantes a este respecto, son la velocidad de estampado, por ejemplo la velocidad de laminado en el proceso de laminado, la tracción a lo largo de una o varias direcciones principales en la conformación, un coeficiente de fricción entre herramienta de estampado y sustrato y/u otra medida para la prolongación del material.

Preferentemente la estructura de estampado presenta una propiedad geométrica anisotrópica, cuya pareja en la estructura objetivo es isotrópica. En este sentido la estructura de estampado en su totalidad puede ser anisotrópica, es decir, dependiente de la dirección (de manera análoga la estructura objetivo en su totalidad puede ser isotrópica, es decir independiente de la dirección), o solo una o varias propiedades geométricas de la estructura pueden estar previstas anisotrópicas o isotrópicas. Si por ejemplo la estructura objetivo está construida de una pluralidad de círculos, entonces estos círculos pueden estar distribuidos de modo anisotrópico. Sin embargo la estructura presentaría una propiedad isotrópica correspondiente - los círculos. En la estructura de estampado estos círculos estarían recalcados formando elipses.

Para la producción de la superficie de estampado son adecuados el denominado texturizado por granallado (SBT), texturizado por descarga eléctrica (EDT), texturizado por láser (LT), texturizado por haz de electrones, (EBT), Pretex. En el texturizado por granallado partículas macroscópicas se aceleran desde una rueda centrifugadora hacia la superficie de estampado. Al impactar sobre la superficie de estampado las partículas deforman la superficie plásticamente y extraen material a golpes dado el caso. La rugosidad puede ajustarse mediante la velocidad de la rueda centrifugadora, la granalla, la dureza de superficie de estampado, el caudal de granalla y/o la duración de procesamiento. En el texturizado por descarga eléctrica se desplazan electrodos hacia la superficie de estampado preferentemente en movimiento (por ejemplo hacia la superficie de cilindros en rotación) sin tocar esta. Mediante el impulso de alta tensión del generador eléctrico se forma una intensidad de campo suficientemente alta entre electrodo y sustrato, de modo que en el dieléctrico entre ambos polos se produce una descarga de chispas. En el plasma del arco de luz que se forma fluye la corriente de combustión.

Una pequeña zona de la superficie de estampado se funde. En el dieléctrico se forman burbujas de gas. Al apagarse los impulsos de erosión las burbujas de gas experimentan una explosión y el material fundido se proyecta. La rugosidad puede además de la dureza da la superficie de estampado puede ajustarse a través de parámetros como tensión, corriente, tiempos de control y distancia de los electrodos. En comparación con el procedimiento SBT pueden producirse con el procedimiento EDT números de crestas más altos y rugosidades más bajas con capacidad de reproducción más alta. En el texturizado por gases se enfoca un haz de láser sobre la superficie de estampado y funde una pequeña zona de la superficie. Una rueda cortadora o un control electrónico adecuada interrumpe el haz, y la sustancia fundida se limpia a soplos mediante la presión del plasma y un gas inerte. A este respecto la sustancia fundida se acumula formando un reborde alrededor del borde de cráter o se amonta en un lado del cráter y allí se solidifica. Para el ajuste de la rugosidad se recurre por ejemplo a la potencia de láser, el avance del haz de láser, la velocidad de giro de la cortadora así como al gas inerte. En el texturizado por haz de electrones, para la fusión del material de la superficie de estampado se aplica un haz de electrones. Una parte del material fundido se evapora, de modo que la presión de vapor amontona la sustancia fundida formando un anillo alrededor del cráter. En el procedimiento "Pretex" la superficie de estampado se somete a un cromado duro mediante electrolisis. El control de

la tensión entre el ánodo y la superficie de estampado que sirve de cátodo lleva a que sobre superficie se separen elementos estructurales en forma de segmentos esféricos.

La invención se refiere a además a una herramienta de conformación con las características de la reivindicación 10.

5 Aunque la presente invención en el campo técnico de herramientas para la conformación plástica y formación de estructuras utiliza en particular cilindros de trabajo o cilindros de acabado, la invención puede implementarse dado el caso también en otros campos. Además de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos pueden verse otras ventajas y características de la presente invención. Las características allí descritas pueden implementarse individualmente o en combinación con una o varias de las características anteriormente mencionadas, siempre que no contradigan las características. La siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos se realiza a este respecto con referencia a los dibujos acompañantes.

Breve descripción de la figura

La figura 1 muestra esquemáticamente el desarrollo de un proceso de acabado mediante laminación, en el que mediante una superficie de estampado estructurada de un cilindro de trabajo se imprime una estructura plásticamente a una banda de metal.

15 Descripción detallada de ejemplos de realización preferidos

A continuación se describen con detalle ejemplos de realización de la invención a modo de ejemplo con referencia al dibujo. Ha de indicarse que los ejemplos de realización descritos en la presente memoria no pretenden limitar la invención, sino que sirven para la explicación de la invención, donde las características o características expuestas de los ejemplos de realización no siempre han de ser esenciales para la invención.

20 La figura 1 muestra esquemáticamente un proceso del acabado mediante laminación de una banda o chapa de metal 1, que es un ejemplo de la denominación general "sustrato". El número de referencia 1 no designa solo una banda de metal, sino indica también su estructura superficial, tal como podría presentarse antes del acabado mediante laminación, en la entrada de banda de la instalación de laminado 2. La banda de metal 1 tiene en este lugar además de la estructura superficial, que en lo sucesivo va a denominarse OE, un grosor de banda h y una tensión de deformación permanente k_f .

Mediante la instalación de laminado 2 se aplica una estructura o textura geométrica adecuada en un proceso de estampado y reducción de grosor combinado sobre una o ambas superficies de la banda de metal 1. En otras palabras, en la instalación de laminado 2 no solo tiene lugar la impresión de una estructura en la superficie de la banda de metal, sino que la banda experimenta además un alargamiento, que está unido a una reducción de grosor. 30 Por consiguiente además del texturizado propiamente dicho se realiza una deformación a lo largo de una dirección principal adicional, en el presente caso de la dirección longitudinal y de transporte de la banda 1. Al realizarse ambas etapas de proceso (alargamiento y formación de estructuras) conjuntamente, puede aumentar la productividad del proceso de elaboración. Además pueden realizarse texturas de superficie de grados de conformación altos o de alta rugosidad, que no podría realizarse, o solo con una gran complejidad, sin una deformación asociada de este tipo a lo largo de una o varias direcciones principales, por ejemplo con un aumento considerable del diámetro de cilindro. En el presente ejemplo el cilindro de trabajo 3, es decir el cilindro, que presenta la superficie de estampado con una estructura superficial determinada e imprime esta en el sustrato 1, tiene un diámetro de solo aproximadamente 400 mm. Naturalmente son posibles asimismo otros diámetros. Por ejemplo se han llevado a cabo con éxito ensayos con un diámetro de cilindro de aproximadamente 230 mm. Es importante el conocimiento de que es posible un estampado con cilindros de diámetro comparativamente menor, con una calidad de estampado, que hasta ahora estaba reservada a cilindros mayores. El diámetro del cilindro de trabajo se designa con D . Además ha de indicarse que es posible un estampado mediante varios cilindros de trabajo, siempre y cuando vayan a estamparse ambos lados de la banda o el modelo que va a fabricarse requiera varias etapas de estampado.

45 El cilindro de trabajo 3 presenta una superficie de estampado, que en la figura 1 se designa con el número de referencia 4. La superficie de estampado 4 tiene una estructura, que debe estamparse al sustrato 1. La estructura de la superficie de estampado 4 puede describirse con una función, que en lo sucesivo va a denominarse OW.

La textura de superficie resultante, como aquella estructura, que en la salida del instalación de laminado 2 se presenta sobre el sustrato 1 y está designada con el número de referencia 5, no solo es una función de OW, sino que depende de otros parámetros de proceso; por ejemplo de la prolongación ϵ debido a la reducción de grosor mediante el laminado, de la velocidad de laminado v , la tensión frontal en la entrada FE, la tensión frontal en la salida FA y la fricción μ en la abertura entre cilindros. Uno o varios de estos parámetros determinan el alargamiento de la banda a lo largo de la dirección de transporte de la banda. Se trata en este sentido de una deformación, que deforma la estructura predeterminada de la superficie de estampado 4 del cilindro de trabajo 3, por lo que habitualmente se presenta una anisotropía involuntaria de la estructura en la salida de banda.

La estructura superficial 5, que se presenta tras la etapa de laminación, es decir, en la salida de la instalación de laminado 2, se describe con una función OA. OA tiene en general la siguiente fórmula:

$$OA = f(OW; OE, D, h, kf, \epsilon, v, FE, FA, \mu) \quad \dots (1)$$

5 Las denominaciones "isotropía" y "anisotropía" se refieren en la presente memoria a al menos una o varias propiedades geométricas, que pueden identificarse y compararse entre sí en la superficie de estampado 4 y en la estructura objetivo 5. Si la superficie de estampado 4 del cilindro de trabajo 3 presenta por ejemplo círculos, que sobre la superficie de banda 5 en la salida de la instalación de laminado 2 han llevado a elipses con eje principal paralelo a la dirección de transporte, entonces la estructura OW se ha distorsionado de manera anisotrópica.

10 Para reducir el grado de la anisotropía, en general de la deformación, en el laminado, tal como ya se ha mencionado, el diámetro del cilindro de trabajo puede aumentarse o puede pretenderse aproximadamente un aumento de la fricción de abertura entre cilindros. Ambas posibilidades están asociadas a inconvenientes técnicos y/o de rentabilidad de funcionamiento, como por ejemplo a un aumento constructivo de la instalación y a una demanda de energía mayor.

15 La solución técnica representada a continuación se plantea en otro lugar. En la terminología de la instalación de laminado 2 anterior la estructura superficial OA deseada de la banda de aluminio 1 se genera independientemente del grado de conformación mediante el cilindro de trabajo 3, mediante la selección de una textura de superficie OW recalada, en general distorsionada. La textura de superficie 4 distorsionada, generalmente anisotrópica del cilindro de trabajo 3 se selecciona como inversa de la función de transmisión OA y se aplica a la textura de destino deseada OW. La estructura, que define la función de transmisión OA, se denomina en la presente memoria estructura de reproducción de estampado. Tiene lugar un proceso de reducción de grosor y de estampado mediante el cilindro de trabajo 3 con una estructura de estampado deformada geoméricamente de manera adecuada, por lo que debido al alargamiento de la banda 1 se obtiene la estructura objetivo deseada. El tipo y el grado de la distorsión geométrica del patrón en la superficie de estampado 4 se selecciona de modo que se corresponde con la función de transmisión inversa OA sobre el sustrato 1:

$$25 \quad OW = f^{-1}(OA; OE, D, h, kf, \epsilon, v, FE, FA, \mu) \quad \dots (2)$$

Un posible ajuste de precisión de las propiedades de estampado del cilindro de trabajo 3, o en general de la herramienta, sobre el sustrato 1 puede realizarse mediante la modificación de otros parámetros de proceso, por ejemplo de las tensiones frontales en la entrada FE y salida FA, de la prolongación ϵ , de la velocidad de laminado v y/o de la fricción en la abertura entre cilindros (lubricación) μ .

30 Ejemplo de realización para la función de transmisión del estiraje simple

OA representada mediante perfil de altura $zA(x, y)$
 OW representada mediante perfil de altura $zW(x, y)$
 x: dirección de laminado
 y: dirección de ancho

$$35 \quad zA(x, y) = -zW(x/(1 + C_2 * \epsilon), y) / C_1$$

con factores $C_1, C_2 > 0$, que pueden depender de otras condiciones de proceso como h y μ .

La inversión es:

$$zW(x, y) = -C_1 * zA(x * (1 + C_2 * \epsilon), y)$$

40 Un ajuste de precisión por ejemplo a través de la prolongación ϵ y la tensión frontal FE en la entrada de banda se vería de la siguiente manera:

$$\Delta OA = [\delta f(OW; OE, D, h, kf, \epsilon, v, FE, FA, \mu) / \delta \epsilon] \Delta \epsilon + [\delta f(OW; OE, D, h, kf, \epsilon, v, FE, FA, \mu) / \delta FE] \Delta FE$$

45 Una vez que se haya determinado la estructura de estampado de esta manera, la superficie de estampado puede acabarse. Para ello están disponibles diferentes procedimientos, como por ejemplo el texturizado por granallado (SBT), texturizado por descarga eléctrica (EDT), texturizado por láser (LT), texturizado por haz de electrones (EBT), Pretex.

Siempre que pueda aplicarse, todas las características individuales, que están representadas en los ejemplos de realización, pueden combinarse entre sí y/o intercambiarse, sin abandonar el ámbito de la invención.

Lista de referencias

- 1 sustrato en la entrada de banda
- 2 instalación de laminado
- 3 cilindro de trabajo
- 5 4 superficie de estampado
- 5 sustrato con estructura objetivo en la salida de banda

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una herramienta de conformación (2), que presenta una superficie de estampado estructurada (4), que para la conformación plástica de un sustrato (1) puede ponerse en contacto con una superficie del mismo, presentando el procedimiento:

- 5 determinar una estructura objetivo que va a fabricarse sobre el sustrato (1);
 deformar geoméricamente la estructura objetivo, por lo que se obtiene una estructura de reproducción de
 estampado;
 invertir la estructura de reproducción de estampado, por lo que se obtiene la estructura de estampado para la
 superficie de estampado (4);
10 generar la superficie de estampado (4) de la herramienta de conformación (2) de acuerdo con la estructura de
 estampado.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la estructura objetivo se describe mediante una función de transmisión (OA), cuyos parámetros contienen la estructura de estampado y uno o varios parámetros de proceso.

- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** uno o varios de los parámetros de proceso describen el comportamiento de conformación del sustrato (1) durante la deformación plástica a lo largo de una o varias direcciones principales.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** los parámetros de proceso contienen uno, varios
 todos de los siguientes parámetros: el grosor de sustrato, la tensión de deformación permanente del sustrato (1), una
20 variable geométrica de la superficie de estampado (4), la prolongación del sustrato (1) en la conformación a lo largo
 de una dirección principal, la velocidad de estampado, la tracción a lo largo de una o varias direcciones principales
 en la conformación, un coeficiente de fricción entre superficie de estampado (4) y sustrato (1).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la herramienta de conformación (2) comprende un cilindro de trabajo (3), preferentemente un cilindro acabador.

- 25 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la estructura objetivo se describe mediante una
 función de transmisión, cuyo parámetro contiene la estructura de estampado y uno, varios o todos los parámetros de
 proceso siguientes: el grosor de sustrato, la tensión de deformación permanente, el diámetro del cilindro de trabajo
 (3), la prolongación del sustrato (1) a lo largo de la dirección de laminado, la velocidad de laminado, la tracción de
30 sustrato en la entrada del cilindro de trabajo (3), la tracción de sustrato en la salida del cilindro de trabajo (3), la
 fricción en la abertura entre cilindros.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sustrato (1) es una chapa, preferentemente una chapa de metal.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la estructura de estampado tiene una propiedad anisotrópica, cuya pareja en la estructura objetivo es isotrópica.

- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la superficie de estampado
 (4) se fabrica mediante uno, varios o todos los procedimientos siguientes: SBT, EDT, LT, EBT, Pretex.

10. Herramienta de conformación (2), que presenta una superficie de estampado estructurada (4), que para la
 conformación plástica de un sustrato (1) puede ponerse en contacto con una superficie del mismo,
 estando fabricada la herramienta de conformación (2) según una de las reivindicaciones anteriores, y la herramienta
40 de conformación (2) tiene un cilindro de trabajo (3), cuya superficie presenta la superficie de estampado (4), y la
 estructura de la superficie de estampado (4) presenta varias formaciones elípticas, cuyos ejes principales se sitúan
 transversalmente a la dirección de laminado.

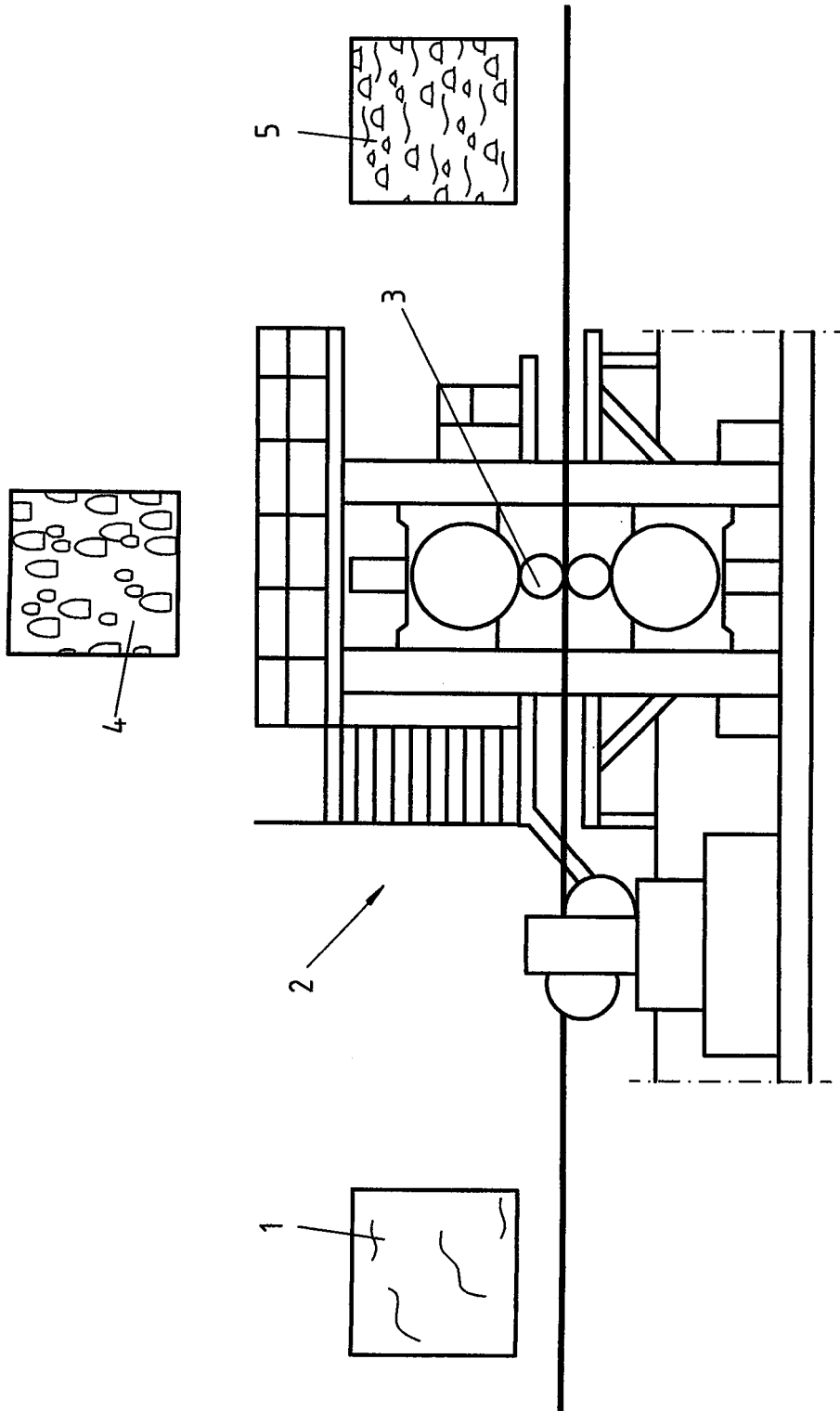


FIG.1