

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 486**

51 Int. Cl.:
C21D 1/673 (2006.01)
B21D 37/16 (2006.01)
B21D 22/02 (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01)
B21D 53/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09715243 .3**
96 Fecha de presentación: **26.02.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2257651**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE CONFORMACIÓN A PARTIR DE PIEZA EN BRUTO DE MATERIAL QUE SE TEMPLA CON ENFRIAMIENTO DIFERENCIAL.**

30 Prioridad:
26.02.2008 FR 0851201

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.02.2012

73 Titular/es:
Thyssenkrupp Sofedit
Rue de la Pecherie
61260 Le Theil, FR

72 Inventor/es:
LETY, Jean, Jacques;
ANQUETIL, Stéphane;
BARROMES, Laurent y
SEBRIER, Sophie

74 Agente: **Curell Aguilá, Mireya**

ES 2 373 486 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 de conformación a partir de pieza en bruto de material que se temple con enfriamiento diferencial.

- 5 La presente invención se refiere a los procedimientos de conformación en caliente con enfriamiento. Más particularmente, la presente invención se refiere a los procedimientos de conformación en caliente a partir de pieza en bruto de material que se temple con enfriamiento diferencial. La invención se refiere a una herramienta según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 7.
- 10 Una herramienta y un procedimiento de este tipo se describen en el documento WO-A-2006/038868.
- 15 Un procedimiento de embutición con temple de una pieza de material que se temple en una misma herramienta es conocido y se describe en el documento JP 2005-205416. En este procedimiento, se conforma una pieza en bruto gracias a una herramienta de embutición. Después de embutición, cuando la pieza se mantiene aún en la herramienta, se realiza un temple por contacto entre la herramienta y la pieza en bruto embutida. Además de este contacto, se realiza una circulación de agua fría en unos tubos previstos a este fin en la herramienta de embutición, lo cual permitir acelerar el enfriamiento.
- 20 Sin embargo, para alguna pieza de acero, sería útil poder realizar un temple únicamente en una parte de la pieza. Por ejemplo, en el campo del automóvil, sería ventajoso realizar un pie central que presenta unas zonas con unas características mecánicas diferentes. Así, algunas zonas pueden ser hechas o conservadas dúctiles con el fin de mejorar la absorción de los choques durante una colisión.
- 25 Actualmente, este tipo de pieza se realiza en dos o varias partes mediante unos procedimientos de conformación y enfriamiento diferentes. Las dos o varias partes se pegan a continuación mediante unas técnicas de soldadura bien conocidas por el experto en la materia.
- 30 El procedimiento actualmente utilizado es por tanto costoso en tiempo y en equipo. Además, la parte de soldadura constituye una zona de fragilidad que presenta un riesgo para el usuario durante un choque.
- 35 La patente US nº 5.916.389 describe también un procedimiento de este tipo en el que se obtiene un objeto de acero. Este objeto de acero está compuesto por diferentes partes cuyo material está en unos estados estructurales diferentes; algunas partes están endurecidas, y otras permanecen dúctiles.
- 40 A fin de conservar una estructura más dúctil del acero en ciertos puntos, se han propuesto varias posibilidades:
- unos elementos de calentamiento pueden estar previstos en un punzón y una matriz de una herramienta de embutición; o
 - unos rehundidos están previstos en el punzón y la matriz de la herramienta de embutición, de manera que cuando el punzón y la matriz entran en contacto con la pieza en bruto de acero, no hay contacto allí donde hay rehundidos; es decir allí donde el acero debe permanecer dúctil.
- 45 Sin embargo, las propiedades mecánicas al final de la fabricación dependen estrechamente de la velocidad de enfriamiento. La sola utilización de los medios de calentamiento o la sola utilización de los rehundidos no permiten obtener los resultados previstos sobre las propiedades mecánicas.
- 50 El documento US 2002/0104591 describe un procedimiento en el que un pie central está formado con dos partes que tienen unas propiedades mecánicas diferentes. Una primera parte, que corresponde a la parte superior del pie central tiene una estructura martensítica con una resistencia mecánica más allá de 1.400 N/mm². Una segunda parte que corresponde a la parte inferior del pie central tiene una estructura ferrítica-perlítica y una resistencia mecánica inferior a 850 N/mm² (aproximadamente 500 N/mm²) y un alargamiento de menos de 25% (preferentemente de 20%).
- 55 A fin de obtener un pie central que tenga dos partes con unas propiedades mecánicas diferentes, la parte baja que debe permanecer dúctil está protegida del calor durante el calentamiento a una temperatura austenítica. Así, la parte inferior del pie central no se encuentra en un estado austenítico al final del calentamiento y por tanto no podrá ser templada para obtener una estructura martensítica.
- 60 Este procedimiento presenta la desventaja siguiente: cuando la pieza en bruto permanece en el horno más tiempo que el tiempo requerido (incluso un tiempo ligeramente más largo), la zona de transición entre las partes templada y no templada corre el riesgo de ensancharse.
- 65 El documento US 2002/0113041 describe un procedimiento de conformación en caliente con enfriamiento diferencial, que presenta varias variantes:

- una primera variante consiste en realizar pocas cosas más con respecto el mismo procedimiento que el descrito en el documento US 2002/0104591;
 - 5 - una segunda variante consiste en utilizar una herramienta de embutición que presenta unos medios de enfriamiento allí donde se desea un temple;
 - en una tercera variante, la herramienta de embutición presenta diferentes partes de materiales diferentes, que tienen unos valores de conductividad térmica diferentes.
- 10 Los inventores han intentado obtener unas piezas de acero templado que presentan las propiedades mecánicas deseadas utilizando unos materiales con conductividad baja (por ejemplo hormigón que tiene una conductividad del orden de $2W.m^{-1}.K^{-1}$) para la herramienta de embutición. Los resultados obtenidos no han sido convincentes. También, una baja conductividad del material no impide que las primeras piezas en producción se templen puesto que éstas están en contacto con la herramienta fría.
- 15 El documento DE 10 2006 019 395 A1 describe un procedimiento, en el que la herramienta de embutición comprende una matriz, un punzón y un pisador. Los tres elementos de la herramienta de embutición pueden ser calentados a unas temperaturas diferentes. Sin embargo, solamente se proporcionan unos ejemplos en los que se calientan las tres piezas a una temperatura idéntica. El procedimiento consiste en calentar la herramienta de
- 20 embutición a una temperatura comprendida entre 200 y 650°C.
- Para una temperatura más baja de 200°C, el alargamiento A_{80} es de aproximadamente 5%, y la resistencia mecánica por encima de 1.500 MPa. Para una temperatura por encima de 200°C, el alargamiento A_{80} es superior a 5,8% y la resistencia mecánica por debajo de 1.500 MPa. Para una temperatura de 400°C, la resistencia mecánica es de 820 MPa y el alargamiento A_{80} de 10%.
- 25 Cuando hay un descenso de temperatura de 790°C a 390°C, se mide una velocidad de enfriamiento de aproximadamente 80 a 115 K/s (parecería que esto es válido para una temperatura de herramienta por encima de 200°C). La estructura del acero es entonces martensítica de grano fino. Para una temperatura de herramienta por debajo de 200°C, se mide una velocidad de enfriamiento de aproximadamente 80 a 480 K/s. En este caso, la
- 30 estructura del acero es martensítica de grano grueso.
- Sin embargo, las condiciones en las que se han realizado estos ensayos no permiten obtener las propiedades mecánicas deseadas, a saber un alargamiento A_{80} superior a aproximadamente 15% y una resistencia mecánica R_m superior a 500 MPa.
- 35 Únicamente al precio de una selección de las condiciones de enfriamiento los inventores han conseguido obtener un objeto de acero templado y cuyas propiedades mecánicas son satisfactorias.
- 40 Los inventores han presentado una solicitud de patente el 1º de Agosto de 2007 con el número 07/56863 y publicada con el número FR-A-2 919 512. En esta solicitud se describe un procedimiento de conformación en caliente con temple diferencial a partir de tubo en el que se calienta un tubo hasta una temperatura de austenitización y después se conforma y se enfría en una herramienta de embutición, que presenta unos medios de calentamiento, por inyección de un fluido de enfriamiento a través de la cavidad del tubo. Estos medios de calentamiento permiten
- 45 impedir, en ciertos puntos, que el material se vuelva martensítico.
- Este procedimiento, aunque funciona para los tubos, no es aplicable a la conformación de una pieza en bruto a causa de la diferencia de geometría.
- 50 Un objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento que permita obtener una pieza embutida a partir de una pieza en bruto de acero y cuyas características mecánicas pueden cubrir toda una gama de características mecánicas posibles entre las de un acero no tratado y las de un acero templado.
- Otro objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento que no necesite ninguna etapa tradicional de revenido de una pieza embutida y templada.
- 55 Otro objetivo auxiliar de la presente invención es conferir diferentes propiedades de resistencia mecánica y de alargamiento del material a diferentes partes de una misma pieza, tales como las buscadas por el experto en la materia.
- 60 Con este fin, la presente invención propone una herramienta de embutición para la conformación y el enfriamiento de una pieza de acero a partir de una pieza en bruto, comprendiendo la herramienta:
- por lo menos un punzón; y
 - 65 - por lo menos una matriz;

comprendiendo el punzón y la matriz cada uno:

- por lo menos una primera parte que corresponde a una zona caliente de la herramienta de embutición; y

5 - por lo menos una segunda parte que corresponde a una zona fría de la herramienta de embutición;

entrando en contacto, en la zona fría, la segunda parte del punzón y la segunda parte de la matriz con la pieza en bruto cuando la herramienta de embutición está cerrada; y

10 caracterizada porque, en la zona caliente de la herramienta de embutición, están previstos unos medios de calentamiento aptos para llevar esta zona caliente a una temperatura por encima de aproximadamente 400°C; y porque en la zona caliente, prevista entre el punzón y la matriz una distancia además de un espesor de la pieza en bruto cuando la herramienta de embutición está cerrada, está relacionada con la temperatura (T) de la zona caliente y viene dada por la fórmula:

15

$$T = 100.(6 - L),$$

siendo $L > 0,2$ y $400 \leq T < 600$; estando L expresada en mm y T en °C.

20 Otras características preferidas pero no limitativas de esta herramienta de embutición son:

- sobre una cara de conformación de la primera parte del punzón está previsto por lo menos un resalte;

25 - sobre una cara de conformación de la primera parte de la matriz está previsto por lo menos un resalte;

- en la primera parte del punzón, están previstos por lo menos en parte de los medios calentamiento;

- en la primera parte de la matriz, están previstos por lo menos en parte los medios de calentamiento;

30 - la herramienta de embutición presenta un juego de aire entre la zona fría y la zona caliente.

La presente invención propone también un procedimiento de conformación y enfriamiento según las características de la reivindicación independiente 7.

35 Otras características preferidas pero no limitativas de este procedimiento son:

- la temperatura de calentamiento de la zona caliente de la herramienta de embutición está por debajo de aproximadamente 600°C;

40 - en la zona caliente, se efectúa un enfriamiento a una velocidad comprendida entre aproximadamente 5°C/seg y aproximadamente 15°C/seg;

- en la zona fría, se efectúa un enfriamiento a una velocidad comprendida entre aproximadamente 27°C/seg y aproximadamente 100°C/seg.

45

Otras características, objetivos y ventajas se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente apoyándose en los dibujos dados a título de ejemplo, en los que:

50 - la figura 1 es una representación esquemática en perspectiva de una herramienta de embutición según la presente invención;

- la figura 2 es una vista esquemática en sección transversal de una primera parte de la herramienta de embutición que comprende unos medios de calentamiento;

55 - la figura 3 es una vista esquemática en sección transversal de una segunda parte de la herramienta de embutición;

- la figura 4 es una vista esquemática de un pie central realizado de acuerdo con la invención.

60 En la continuación de la descripción, los valores de alargamiento a la rotura se comprenden como unos modos de ensayo obtenidos sobre una probeta A₈₀.

Con referencia a la figura 1 se describirá a continuación una herramienta de embutición 1 según la invención.

65 La herramienta de embutición 1 comprende un conjunto de punzones 2 y un conjunto de matrices 3. El conjunto de punzones 2 y el conjunto de matrices se denominarán a continuación respectivamente el punzón 2 y la matriz 3.

La matriz 3 posee un rehundido generalmente complementario de un relieve del punzón 2. La complementariedad de este rehundido y del relieve confiere a una pieza en bruto 6 calentada una forma determinada.

- 5 El punzón 2 y la matriz 3 comprenden por lo menos dos partes 21, 22; 31, 32 que corresponden a por lo menos dos zonas: una zona caliente 11 y una zona fría 12.

10 En la continuación de la descripción, se entiende por juego de aire una distancia L además de un espesor de la pieza en bruto 6 entre la matriz 3 y el punzón 2. Es decir, si el espesor de la pieza en bruto 6 es e, una distancia d entre la matriz y el punzón cuando la herramienta de embutición 1 está cerrada es:

$$d = L + e.$$

15 También, se considerará en la continuación que existe un juego de aire en cuanto la distancia L es superior a un valor de tolerancia de mecanizado necesario para que el punzón 2 y la matriz 3 puedan embutirse. Esta tolerancia es como máximo de 0,2 mm. Un juego de aire corresponde entonces a una distancia L superior a 0,2 mm.

20 Se dirá por otra parte, que hay contacto entre la herramienta de embutición 1 y la pieza en bruto 6 si L es inferior a 0,2 mm.

En una primera parte 21 del punzón 2 que corresponde a la zona caliente 11 están previstos unos elementos de calentamiento 4.

25 Como variante, en una primera parte 31 de la matriz 3 que corresponde a la zona caliente 11 están también previstos unos elementos de calentamiento 4.

Los elementos de calentamiento 4 están por tanto previstos o bien únicamente en el punzón 2, o bien únicamente la matriz 3, o bien en los dos a la vez.

30 Estos elementos de calentamiento 4 permiten llevar la zona caliente 11 a una temperatura superior a 400°C y preferentemente por debajo de 600°C.

35 Los elementos de calentamiento 4 se eligen de entre unos cartuchos calefactores, unos dispositivos de calentamiento por inducción, y unas vainas térmicas.

La utilización de cartuchos calefactores está principalmente bien adaptada para unas herramientas de embutición recta sin demasiada curva.

40 Las vainas térmicas y los dispositivos de calentamiento por inducción pueden por su parte encajar con unas formas curvas.

Con referencia a la figura 2, se describirán a continuación las primeras partes (respectivamente 21 y 31) del punzón 2 y de la matriz 3 que corresponden a la zona caliente 11.

45 En una primera variante, el punzón 2 y la matriz 3 presentan cada uno una cara de conformación (respectivamente 21f y 31f). La cara de conformación 21f del punzón 2 no es complementaria de la cara de conformación 31f de la matriz 3 de manera que deje un juego de aire 7, que define una distancia L, entre el punzón 2 y la pieza en bruto 6 y entre la matriz 3 y la pieza en bruto 6. Este juego de aire 7 es inferior a aproximadamente 2 mm.

50 El punzón 2 presenta entonces sobre la cara de conformación 21f por lo menos un resalte 211 que queda a tope contra la cara de conformación 31f de la matriz 2 (como muestra la figura 2). Este resalte 211 tiene una altura máxima de aproximadamente 2 mm como máximo.

55 Como subvariante, este resalte 211 puede estar presente, no sobre la cara de conformación 21f del punzón 2, sino sobre la 31f de la matriz 3.

Como subvariante también, por lo menos un resalte 211 está presente a la vez sobre la cara de conformación 21f del punzón 2 y la 31f de la matriz 3. Estos resaltes 211 están entonces enfrentados uno frente al otro o no.

60 En una segunda variante, el punzón 2 y la matriz 3 presentan unas caras de conformación 21f, 31f sustancialmente complementarias una con respecto a la otra. Así, si por ejemplo la cara de conformación 21f del punzón 2 presenta una superficie de la que una sección tiene una forma sustancialmente en Ω , la cara de conformación 31f de la matriz 3 presenta también una superficie de la que una sección tiene una forma sustancialmente en Ω , de manera que el punzón 2 pueda insertarse en la matriz 3. Cuando la herramienta de embutición 1 está cerrada, no queda entonces

más que un espacio reducido cuyo espesor es llenado por la pieza en bruto 6 durante la conformación.

En unas partes 22 y 32 respectivamente del punzón 2 y la matriz 3, que corresponden a la zona fría 12, el punzón 2 y la matriz 3 tienen unas formas sustancialmente complementarias (como se ha ilustrado en la figura 3). Es decir que el punzón 2 y la matriz 3 presentan cada uno una cara de conformación 21f, 31f complementaria de la 31f, 21f del otro, comprendido el espesor.

Como subvariante, en las segundas partes 22, 32 del punzón 2 y la matriz 3, están previstos unos sistemas de enfriamiento, por ejemplo unos circuitos de circulación de agua.

Cuando la herramienta de embutición 1 está cerrada sobre la pieza en bruto 6 a conformar, no hay ningún juego presente entre la pieza en bruto por un lado y las segundas partes 22, 32 del punzón 2 y de la matriz 3 por otro lado.

Se describirá a continuación un procedimiento según la invención.

La pieza en bruto a conformar 6 es de acero, por ejemplo de un acero al boro (normas NF EN 10083-1,-2 y -3). Pero el material de la pieza en bruto 6 no está limitado a los aceros al boro, y puede ser de cualquier tipo de acero adecuado para fabricación de la pieza a conformar.

La pieza en bruto 6 es llevada a una temperatura más allá de la cual la estructura del acero se vuelve austenítica. Después, se dispone la pieza en bruto 6 en la herramienta de embutición 1 para la conformación.

Durante la conformación, la herramienta de embutición 1 se cierra sobre la pieza en bruto 6 haciendo entrar en contacto, por lo menos parcial, la pieza en bruto 6, el punzón 2 y la matriz 3.

En la primera variante, solo hay contacto:

- entre la pieza en bruto 6 y el punzón 2 allí donde hay un resalte 211, y/o
- entre la pieza en bruto 6 la matriz 3 allí donde hay un resalte 211; y/o
- entre la pieza en bruto y la cara 31f de conformación de la matriz 3; y/o
- entre la pieza en bruto y la cara 21f de conformación del punzón 2;

según la subvariante de realización de la zona caliente 11 de la herramienta de embutición 1 empleada; y no puede haber contacto a la vez entre la pieza en bruto 6 y la totalidad de la cara de conformación 21f del punzón 2 y entre la pieza en bruto 6 y la totalidad de la cara de conformación 31f de la matriz 3.

En esta primera variante, la zona caliente 11 de la herramienta de embutición 1 es llevada a una temperatura por encima de 400°C aproximadamente y por debajo de 600°C aproximadamente.

El juego de aire 7 necesario está relacionado con la temperatura T de la zona caliente 11 por la forma siguiente:

$$T = 100.(6 - L),$$

siendo $L > 0,2$ y $400 \leq T < 600$; siendo L expresada en mm y T en °C.

El calentamiento de la zona caliente 11 de la herramienta de embutición 1 así como el juego de aire 7 concurren para permitir un descenso de temperatura a una velocidad comprendida entre aproximadamente 5°C/seg y aproximadamente 15°C/seg, a partir de una temperatura de inicio de aproximadamente 900°C y una temperatura final comprendida entre aproximadamente 400°C y aproximadamente 600°C. La estructura del acero de una pieza en bruto 6 no resulta por tanto dura (martensítica) sino dúctil con una resistencia mecánica comprendida entre aproximadamente 450 MPa y aproximadamente 800 MPa; y un alargamiento superior a aproximadamente 15%.

En la segunda variante, hay contacto entre la zona caliente 11 de la herramienta de embutición 1 y la pieza en bruto 6, y se lleva a una temperatura de aproximadamente 600°C. Cuando se lleva la herramienta de embutición 1 a esta temperatura, el acero de la pieza en bruto no se vuelve duro (martensítico) sino dúctil con una resistencia mecánica comprendida entre aproximadamente 450 MPa y aproximadamente 800 MPa; y un alargamiento comprendido entre aproximadamente 15% y aproximadamente 20%.

En la zona fría 12, la pieza en bruto 6 es conformada por el cierre de la herramienta de embutición 1; entrando el punzón 2 y la matriz 3 en contacto con la pieza en bruto 6 en su cara de conformación 21f, 31f respectiva. Se efectúa un temple, es decir un enfriamiento con un descenso de temperatura cuya velocidad está comprendida entre aproximadamente 27°C/seg y aproximadamente 100°C/seg, entre una temperatura de inicio de aproximadamente 900°C y una temperatura final de aproximadamente 250°C. La zona fría se mantiene a una temperatura de por lo menos el tiempo de la conformación. En esta zona fría 12, la resistencia mecánica está comprendida entre aproximadamente 1.200 MPa y aproximadamente 1.700 MPa; y el alargamiento está comprendido entre

aproximadamente 3% y aproximadamente 7%.

5 Unos tests realizados por los inventores de la invención han mostrado que una embutición de una pieza en bruto 6 con temple diferenciado, en el que la herramienta de embutición es llevada a una temperatura de 250°C y comprende un juego de aire 7 de 2 mm, confiere a la pieza formada una resistencia mecánica de aproximadamente 770 MPa y un alargamiento A_{80} de aproximadamente 10,5%.

10 Una embutición de una pieza en bruto 6 con temple diferenciado, en el que se lleva la herramienta de embutición a una temperatura de 400°C y comprende un juego de aire 7 de 2 mm, confiere a la pieza formada una resistencia mecánica de aproximadamente 610 MPa y un alargamiento A_{80} de aproximadamente 19,4%.

15 Un embutición de una pieza en bruto 6 con temple diferenciado, en el que se lleva la herramienta de embutición a una temperatura de 500°C y comprende un juego de aire 7 de 1 mm, confiere a la pieza formada una resistencia mecánica de aproximadamente 570 MPa y un alargamiento A_{80} de aproximadamente 21%.

Como variante, entre la zona fría 12 y la zona caliente 11 de la herramienta de embutición 1 está previsto un juego de aire 8 inferior a 2 mm. A nivel de esta zona 8, la pieza formada presenta una zona de transición en la que la dureza del material pasa de 250 Hv (zona caliente) a 450 Hv (zona fría).

20 Esta zona de transición en la pieza final es del orden de 20 mm.

La herramienta de embutición 1 se mantiene cerrada un tiempo suficientemente largo (tiempo de prensado) para que la estructura del material sufra la transformación deseada.

25 El tiempo de prensado es equivalente al tiempo necesario para el temple de la parte fría, es decir comprendido entre aproximadamente 5 y aproximadamente 15 segundos.

30 Se pueden realizar otras operaciones en la herramienta de embutición al mismo tiempo que la conformación y el enfriamiento: perfilado (recorte de la pieza en la herramienta bajo la prensa), calibrado (acabado con el fin de obtener la forma correcta).

Un ejemplo de aplicación se proporciona a continuación, a título puramente ilustrativo. Se forma un pie central a partir de una pieza en bruto 6 de acero.

35 Un pie central 9 es una pieza que tiene una forma globalmente en I (con distancia entre ejes) destinado a ser colocado entre la puerta delantera y la puerta posterior de un vehículo. Más precisamente, el pie central 9 comprende una parte central 9a que se extiende de manera globalmente vertical y dos extremos (superior 9b e inferior 9c), terminando cada uno por una T (T invertida para el extremo inferior). El pie central 9 presenta una sección transversal globalmente en Ω .

40 Es ventajoso para la seguridad de un usuario del vehículo que el pie central 9 no presente características mecánicas homogéneas. Preferentemente, se busca conferir a una primera parte superior 92, llamada parte fría, una resistencia mecánica elevada (entre aproximadamente 1.200 MPa y aproximadamente 1.700 MPa y un alargamiento bajo (entre aproximadamente 3% y aproximadamente 7%) con el fin de obtener unas propiedades de antiintrusión (para proteger al pasajero); y a una segunda parte inferior 91, llamada parte caliente, una resistencia mecánica menor (entre aproximadamente 450 MPa y aproximadamente 800 MPa) y un alargamiento más importante (superior a aproximadamente 15%), con el fin de obtener unas propiedades de absorción de energía en caso de choque.

45 Así, durante una colisión entre vehículos o durante un choque entre el vehículo y un obstáculo, la parte caliente 91 del pie central 9 se deforma y absorbe la energía del choque.

50 Actualmente, con el fin de obtener dicho pie central, un constructor de automóvil fabrica la pieza en dos partes separadamente que presentan unas propiedades mecánicas diferentes tales como las descritas más arriba con dos procedimientos diferentes de fabricación. Las dos partes se aplican a continuación una sobre la otra por ensamblaje, creando así una zona de fragilidad entre las dos partes.

55 Con la herramienta y el procedimiento de la presente invención, el pie central 9 puede ser realizado en una sola pieza, lo cual evita recurrir a un ensamblado, por ejemplo por láser, y por tanto permite suprimir esta zona de fragilidad.

60 Se calienta una pieza en bruto 6 de acero a una temperatura austenítica y después se coloca en la herramienta de embutición 1. El punzón 2 y la matriz 3 presentan unas caras de conformación 21f, 31f aptas para conferir la forma del pie central 9 acabado a la pieza en bruto 6 de acero.

65 El punzón 2 y la matriz 3 están realizados en dos zonas (11, 21, 31; 12, 22, 32). La zona fría 12 corresponde a la parte superior 92 del pie central 9, la zona caliente 11 corresponde a la parte inferior 91 del pie central 9.

Cuando la herramienta de embutición 1 está completamente cerrada sobre la pieza en bruto 6 para la conformación, la distancia d punzón 2 matriz 3 está definida en la zona caliente según la primera variante de la invención por:

5
$$d = L + e$$

en la que L es el juego de aire 7 y e el espesor de la pieza en bruto 6.

10 En la zona fría 12, hay contacto entre el punzón 2 y la pieza en bruto 6 así como entre la matriz 3 y la pieza en bruto 6. Las temperaturas de las zonas caliente 11 y fría 12 están comprendidas respectivamente entre aproximadamente 400°C y aproximadamente 600°C y entre aproximadamente 50°C y aproximadamente 150°C.

15 Según la segunda variante de la invención, hay contacto entre el punzón 2 y la pieza en bruto 6 y entre la matriz 3 y la pieza en bruto 6 en las dos zonas. La zona caliente 11 se mantiene entonces a aproximadamente 600°C y la zona fría 12 entre aproximadamente 50°C y aproximadamente 150°C.

El hecho de cerrar la herramienta de embutición 1 sobre la pieza en bruto 6 provoca el enfriamiento del acero.

20 En la zona fría 12, la velocidad de enfriamiento está comprendida entre aproximadamente 27°C/seg y aproximadamente 100°C/seg.

En la zona caliente 11, la velocidad de enfriamiento está comprendida entre aproximadamente 5°C/seg y aproximadamente 15°C/seg.

25 Entre las dos zonas 11, 12 de la herramienta de embutición 1, está previsto un juego de aire 8 inferior a 2 mm. A esta zona corresponde una zona de transición 93 de la pieza formada que no excede de 450 Hv. Esta zona tiene una longitud de aproximadamente 20 mm (esta zona está exagerada en la figura 4). En esta zona de transición 93, la dureza del material pasa de aproximadamente 250 Hv cerca de la parte caliente 91 a aproximadamente 450 Hv cerca de la parte fría 92.

30 La parte caliente 91 presenta una resistencia mecánica comprendida entre aproximadamente 450 MPa y aproximadamente 800 MPa; y un alargamiento superior a 7% y preferentemente por debajo de aproximadamente 15%.

35 La parte fría 92 presenta una resistencia mecánica comprendida entre aproximadamente 1.200 MPa y aproximadamente 1.700 MPa; y un alargamiento comprendido entre aproximadamente 3% y aproximadamente 7%.

40 La utilización de la invención no está limitada a la producción de pies centrales. Así, la invención puede también ser utilizada para obtener unas piezas embutidas que comprenden unas partes que tienen unas propiedades mecánicas diferentes (antiintrusión y absorción de energía). También, el procedimiento según la invención permite liberarse de la etapa tradicional de revenido después de embutición.

45 Evidentemente, la presente invención no está en modo alguno limitada a las formas de realización descritas más arriba, pero el experto en la materia sabrá aportar a las mismas numerosas variantes o modificaciones permaneciendo al mismo tiempo en el marco de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta de embutición (1) para la conformación y el enfriamiento de una pieza de acero a partir de una pieza en bruto (6), comprendiendo la herramienta:

- por lo menos un punzón (2); y
- por lo menos una matriz (3);

comprendiendo el punzón y la matriz cada uno:

- por lo menos una primera parte (21, 31) que corresponde a una zona caliente (11) de la herramienta de embutición; y

- por lo menos una segunda parte (22, 32) que corresponde a una zona fría (12) de la herramienta de embutición;

estando la segunda parte del punzón y la segunda parte de la matriz en contacto con la pieza en bruto, en la zona fría, cuando la herramienta de embutición está cerrada; y

caracterizada porque en la zona caliente de la herramienta de embutición, están previstos unos medios de calentamiento (4) aptos para llevar esta zona caliente a una temperatura por encima de aproximadamente 400°C; y porque en la zona caliente, una distancia (L) además de un espesor de pieza en bruto (e) prevista entre el punzón y la matriz cuando la herramienta de embutición está cerrada, está relacionada con la temperatura T de la zona caliente y viene dada por la fórmula:

$$T = 100.(6 - L),$$

siendo $L \geq 0,2$ y $400 \leq T < 600$; estando L expresada en mm y T en °C.

2. Herramienta de embutición según la reivindicación anterior, caracterizada porque sobre una cara de conformación (21f) de la primera parte del punzón está previsto por lo menos un resalte (211).

3. Herramienta de embutición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque sobre una cara de conformación (31f) de la primera parte de la matriz está previsto por lo menos un resalte (211).

4. Herramienta de embutición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque, en la primera parte del punzón, están previstos por lo menos en parte los medios de calentamiento.

5. Herramienta de embutición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque, en la primera parte de la matriz, están previstos por lo menos en parte los medios de calentamiento.

6. Herramienta de embutición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque presenta un juego de aire (8) entre la zona fría y la zona caliente.

7. Procedimiento de conformación y de enfriamiento, caracterizado porque utiliza la herramienta de embutición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento las etapas que consisten en:

- calentar la pieza en bruto a una temperatura austenítica;
- colocar la pieza en bruto en la herramienta de embutición;
- cerrar la herramienta de embutición sobre la pieza en bruto; y
- retirar la pieza formada de la herramienta de embutición;

siendo la zona caliente de la herramienta de embutición llevada a una temperatura por encima de 400°C gracias a los medios de calentamiento.

8. Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque la temperatura de calentamiento de la zona caliente de la herramienta de embutición está por debajo de aproximadamente 600°C.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque en la zona caliente, se efectúa un enfriamiento a una velocidad comprendida entre aproximadamente 5°C/seg y aproximadamente 15°C/seg.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque en la zona fría, se efectúa un enfriamiento a una velocidad comprendida entre aproximadamente 27°C/seg. y aproximadamente 100°C/seg.

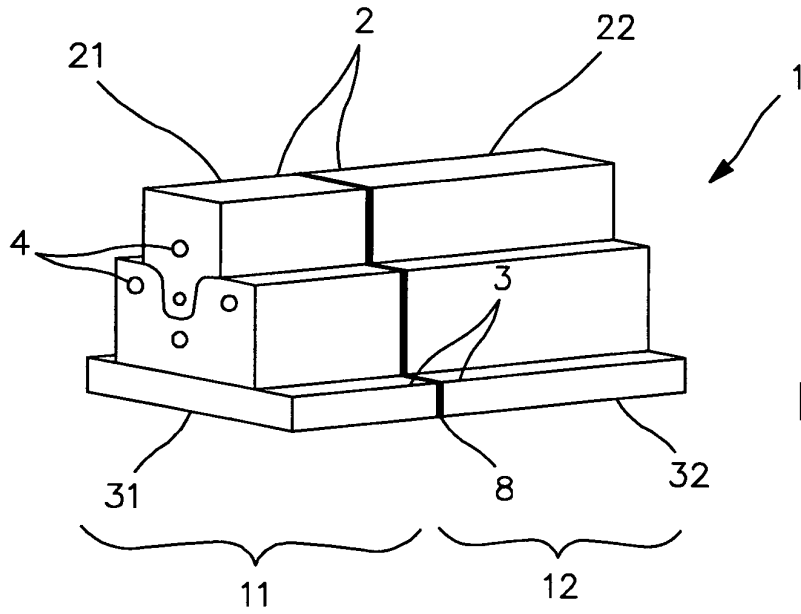


FIG. 1

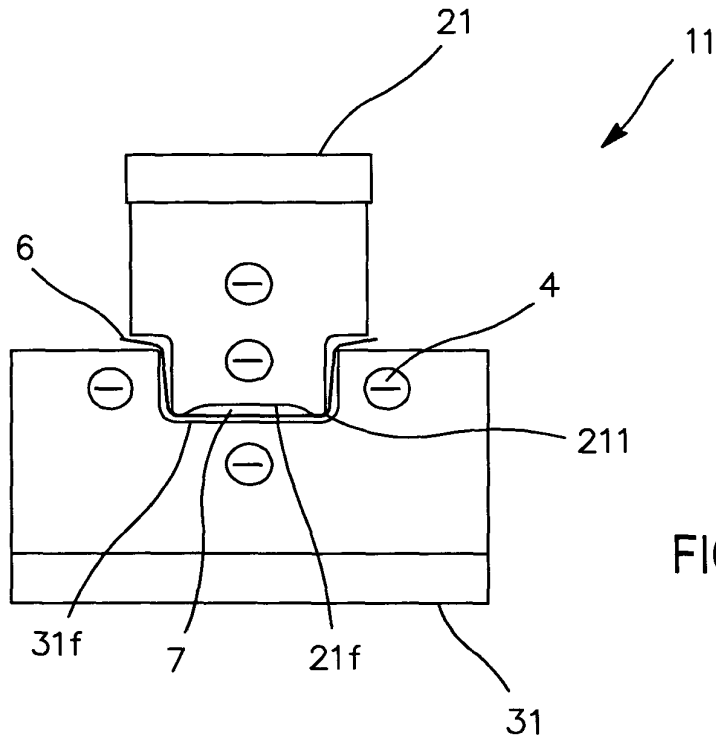


FIG. 2

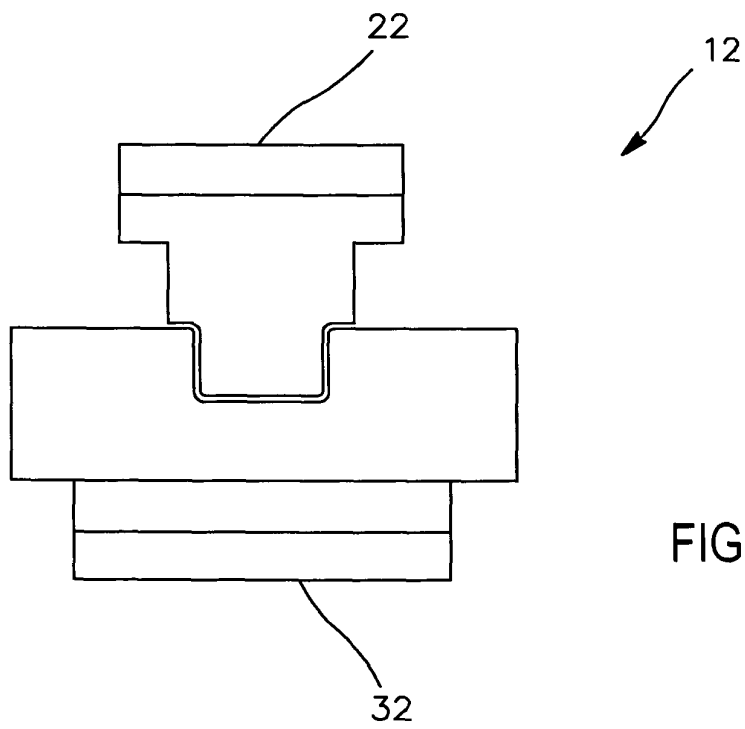


FIG. 3

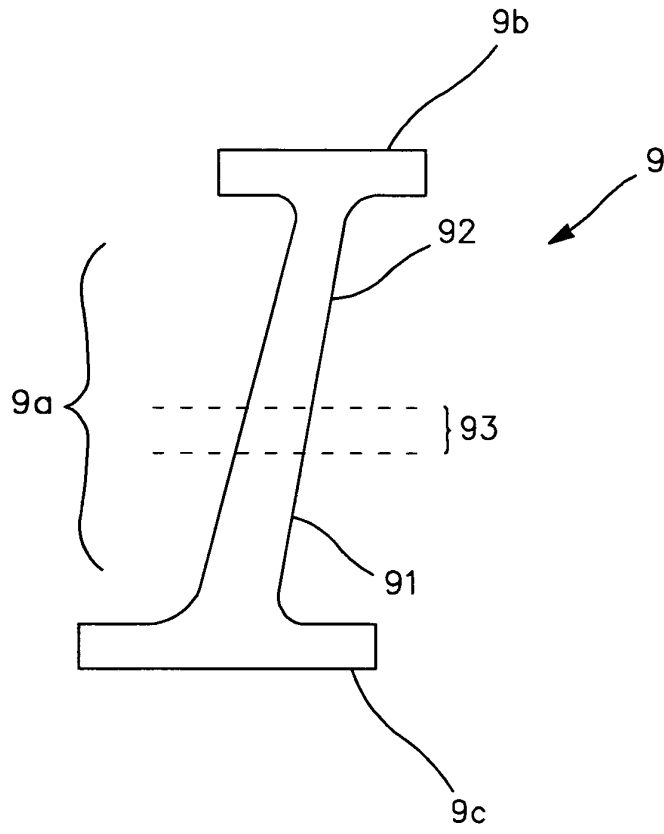


FIG. 4