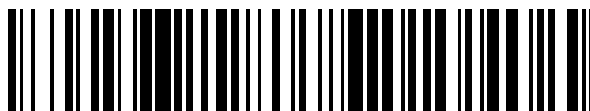


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 119**

51 Int. Cl.:

C21D 8/02 (2006.01)

C21D 9/00 (2006.01)

C21D 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2011 PCT/CN2011/072806**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2011 WO11127830**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2011 E 11768441 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 2562271**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento integrado para el estampado y formación de acero**

30 Prioridad:

17.04.2010 CN 201010149293

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

20.01.2020

73 Titular/es:

**SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY (100.0%)
800, Dongchuan Road Minhang District
Shanghai 200240, CN**

72 Inventor/es:

**JIN, XUEJUN;
LIU, HEPING;
CUI, ZHENSHAN;
GU, JIANFENG;
HAN, LIZHAN y
CHEN, MINGMING**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 738 119 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de tratamiento integrado para el estampado y formación de acero

La invención se refiere a un procedimiento en el campo técnico del estampado en caliente para metales en chapas, y más particularmente, a un procedimiento de tratamiento integrado para el estampado y formado de acero.

5 Se ha desarrollado sucesivamente una serie de aceros en chapa de alta resistencia para cumplir la demanda de productos con poco peso y alta fiabilidad en la industria de fabricación moderna. Actualmente, la resistencia del acero en chapa usado para la fabricación de la carrocería de los vehículos de alta gama no es mayor der aproximadamente 1400 MPa.

10 Se ha investigado la solicitud de patente China con el número de documento CN101121955 publicada el 13 de Febrero de 2008, y en ella se divulga "un procedimiento de tratamiento térmico para mejorar el comportamiento mecánico de acero templado mediante el reparto y revenido del carbono". Además, un artículo, de T. Y. Hsu "Quenching-Partitioning-Tempering (Precipitation) (Q-P-T) Process for Ultra-high-strength steel", Heat treatmentt, Vol. (No. 2, 2008), informa de una nueva tecnología de tratamiento térmico que adopta una tecnología de tratamiento térmico de Templado-Reparto-Revenido. La tecnología implica las etapas siguientes: 1) La primera etapa es la austenización: calentamiento del acero por encima de la temperatura de austenización. 2) La segunda etapa es el templado: control de la temperatura de templado entre la temperatura final martensítica (Mf) y la temperatura inicial martensítica (Ms) para transformar parcialmente la austenita en martensita. 3) La tercera etapa es el reparto: elevación de la temperatura ligeramente por encima del punto Ms y mantenerla durante un corto espacio de tiempo, lo cual forma una capa delgada de austenita con alto contenido de carbono alrededor de la red de martensita mediante el reparto del carbono entre la martensita y la austenita. 4) La cuarta etapa es el cambio de temperatura del acero a una temperatura de revenido para inducir el endurecimiento por precipitación en la martensita, lo cual mejora adicionalmente la dureza y resistencia de la martensita. 5) La quinta etapa es enfriamiento: enfriamiento del acero desde la temperatura de revenido hasta la temperatura ambiente para transformar parte de la austenita retenida dentro de la martensita mientras se mantiene una capa delgada de la austenita retenida con alto contenido de carbono alrededor de la red de martensita previamente generada (en la etapa 2), para lograr la alta rigidez del acero. Después del tratamiento de Templado-Reparto-Revenido, la resistencia a la tracción del acero de contenido medio en carbono conteniendo silicio y niobio alcanza los 2100 MPa, y la relación de alargamiento a la rotura alcanza el 11%. En consecuencia, el procedimiento Q-P-T tiene una aplicación tremendamente prometedora en las industrias relacionadas.

30 Sin embargo, si el estampado en frío se lleva a cabo después del tratamiento Q-P-T, la alta resistencia del material en chapa da como resultado una vida breve de la matriz para conformado de piezas en bruto y matrices para formado en frío (tales como la matriz de estirado y la matriz de estampado en frío) y si el estampado en frío se lleva a cabo antes del tratamiento Q-P-T, la precisión dimensional de la pieza estampada no puede mantenerse debido a la distorsión del tratamiento térmico, y se eliminan las ventajas del estampado en frío. En consecuencia, las desventajas de las tecnologías anteriores lo hacen inadecuado para la producción en masa con los aceros en chapa como materia prima. No puede cumplirse la demanda de la producción en masa, tal como la fabricación de carrocería de vehículos.

Tan Haiyan en "Study and Simulation on the Hot Stamping Process of Automotive Leaf Spring", 1 April 2008, Master's Degree Thesis of Wuhan University of Technology, CN, Pag(s) 66 pp., divulga un procedimiento de formado en caliente de placa de resorte de acero con las etapas siguientes:

- 40 (1) En una primera etapa, se selecciona y prepara una pieza en bruto de acero mediante taladrado, corte de los bordes, etc, en estado frío;
- (2) A esto está le sigue una segunda etapa, en la que las piezas brutas se forman en caliente;
- (3) A continuación, las piezas brutas se templan en aceite o agua ; el templado debe terminar a una temperatura de 100 a 150°C cuando las piezas brutas se retiren del baño de templado, de manera que la estructura es martensita y la dureza es de 55 a 60 HRC;
- 45 (4) En la cuarta etapa, las piezas en bruto se revienen a una temperatura media de 450 a 500°C durante 4 minutos;
- (5) A esto le sigue un hidro-enfriamiento para formar una superficie resistente al estrés por presión e incrementar la resistencia a la fatiga. La dureza después del templado es de 38 a 42 HRC.

50 A la vista de lo anterior, es un objeto de la invención el divulgar un procedimiento de tratamiento integrado mejorado para troquelado del acero que conduzca a la resistencia mejorada del material, a una deformación plástica mejorada y a ahorros de energía.

Este objeto se logra mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,

De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento de tratamiento que integra el estampado en caliente de acero en chapa y el templado controlable conjuntamente, el cual combina el estampado en caliente y el tratamiento térmico para mejorar simultáneamente la resistencia del material y asegurar la deformación plástica precisa del acero, así como ahorrar energía.

5 La invención incluye el esquema y etapas técnicas siguientes.

La primera etapa es la selección y preparación de una pieza en bruto de acero: conformado de una pieza bruta o corte de placa de acero, una chapa de acero o una sección de viga en frío para formar la pieza bruta de acero.

Dicho conformado de pieza bruta incluye el troquelado usando una matriz de corte, una matriz de conformado de pieza bruta o una matriz de cuchilla.

10 La segunda etapa es el proceso de estampado en caliente: el calentamiento de la pieza bruta de acero hasta una temperatura de austenización y estampado de la misma.

Los mencionados medios de calentamiento calientan bajo vacío o en una atmósfera protectora usando un horno de resistencias o un horno de combustible.

15 La tercera etapa es el templado con una temperatura de enfriamiento controlada: templado de la pieza bruta de acero estampado en caliente.

Los mencionados medios de templado fijan la temperatura de enfriamiento T1 como sigue: $M_{fs} \leq T1 \leq M_s$, en la que el intervalo de M_s está dado como sigue: $200^\circ\text{C} < M_s \leq 500^\circ\text{C}$, y el intervalo de M_f está dado como sigue: $50^\circ\text{C} \leq M_f \leq 200^\circ\text{C}$, para transformar, de esta forma, del 50% al 90% de austenita en martensita.

20 La cuarta etapa es la operación de reparto-revenido: recalentamiento de la pieza bruta de acero enfriado, a continuación bajada de la temperatura de revenido para llevar a cabo el tratamiento térmico de revenido y llevar a cabo al mismo tiempo el estampado fino.

Dicho recalentamiento significa la colocación de la pieza en bruto de acero en un horno de baño de sal, un horno de lecho fluidizado o un horno de calentamiento por aire, la elevación de la temperatura a una temperatura de calentamiento T2, $100^\circ\text{C} \leq T2 \leq 500^\circ\text{C}$, y el mantenimiento de la temperatura durante 10 a 900 segundos.

25 El mencionado tratamiento térmico de revenido significa la introducción de la pieza bruta de acero obtenida después del tratamiento de recalentamiento en un horno de baño de sal, un horno de lecho fluidizado o un horno de calentamiento por aire, y la realización del tratamiento de revenido a una temperatura T3, en el que el intervalo de la temperatura de revenido T3 es como sigue: $100^\circ\text{C} \leq T3 \leq 500^\circ\text{C}$.

30 De acuerdo con la diferente exigencia de los productos, el procedimiento anterior puede simplificarse en el procedimiento de operación real, y la temperatura de templado puede ser igual a la temperatura del tratamiento de recalentamiento y la temperatura del tratamiento térmico de revenido, es decir, $T1 = T2 = T3$ ó $T1 \neq T2 \neq T3$, etc.

Las ventajas de la invención se describen como sigue.

35 1) El conformado de la pieza bruta y el troquelado se llevan a cabo cuando el acero en chapa está en un estado no endurecido antes del tratamiento térmico, de manera que la producción en masa puede lograrse usando el procedimiento de conformado de la pieza bruta y troquelado común tal como se usa para material común.

40 2) El estampado en caliente y el tratamiento térmico de templado controlable están combinados. En el estado de austenita, la resistencia a la deformación es pequeña, y puede llevarse a cabo la formación plástica con gran deformación. Después de la etapa de formación, el templado se lleva a cabo directamente sin recalentamiento, lo cual ahorra energía y evita distorsiones debidas al cambio de temperatura.

45 3) Después de los procesos a temperatura controlada de templado, reparto y revenido, el acero tiene todavía una cierta cantidad de austenita, de manera tal que mantiene hasta un cierto grado la capacidad de deformación plástica. El estampado fino que sigue a continuación aprovecha esta ventaja y asegura la precisión final de la forma. Mediante una combinación razonable de estampado en caliente y tratamiento térmico, la tecnología obtiene simultáneamente la misma resistencia del material que la obtenida mediante el procedimiento de templado-reparto-revenido, así como la precisión de la pieza elaborada. Por ello, la tecnología significa una gran promesa para la aplicación en la producción industrial en masa y el logro de un progreso técnico substancial.

50 Las realizaciones de la invención se describen detalladamente más adelante, y se llevan a cabo bajo la premisa del esquema técnico de la invención. Las realizaciones proporcionan las etapas detalladas de implementación y los procedimientos de operación específicos. No obstante, el alcance de protección de la invención no está limitado a las realizaciones siguientes.

Realización 1: fabricación de casco con super alta resistencia

5 Como material se seleccionó una chapa de acero laminado en frío de 1 mm de espesor hecha de acero con contenido medio en carbono conteniendo silicio y niobio. En el estado tal como se suministró, la chapa laminada en frío se conformó usando la prensa de fricción y se cortó para obtener la pieza bruta de chapa del casco. La pieza bruta de chapa se calentó mediante un horno de calentamiento de cinta de malla, dejándose sobre la cinta de malla en el extremo de alimentación del horno de cinta de malla y transportándose dentro del horno mediante la cinta de malla para ser calentado. La temperatura del horno se controló a 840°C para completar la austenización de la pieza bruta de chapa de acero. Dentro del horno se introdujo la atmósfera de nitrógeno y metanol para protegerla. Después de sacar del horno la pieza bruta de chapa, se transfirió a la máquina de estampado en caliente por un operario rápidamente para ser estampado. La máquina de estampado en caliente tiene tres áreas de trabajo. El primer área de trabajo es el trazado, el segundo es el conformado, y el tercero es el recortado. Después del estampado en caliente, el casco se sumergió inmediatamente dentro del baño de nitrato a la temperatura de 210°C. Después de permanecer la pieza en él durante 3 minutos, la temperatura de la pieza descendió a 210°C. De esta forma, se completó el templado de enfriamiento moderado, y la operación de reparto se llevó a cabo rápidamente. El casco se transfirió a un horno de nitrato a la temperatura de 400°C desde el tanque de nitrato isotérmico de enfriamiento moderado y se mantuvo durante 1,5 minutos. Después de esto, se transfirió a un horno de lecho fluidizado a la temperatura de 410°C para llevar a cabo el tratamiento de revenido. El tratamiento de revenido dura 15 minutos. Después del tratamiento de revenido, se llevó a cabo inmediatamente el estampado y conformado fino cuando aún estaba caliente. El estampado y conformado fino se llevó a cabo mediante la prensa de fricción de 100 toneladas. De esta forma, el casco cumple la exigencia de forma, tamaño y resistencia mecánica de los productos.

Realización 2: puerta de vehículo

Como material se seleccionó la chapa de acero laminado en frío hecha de acero con contenido medio en carbono conteniendo silicio y niobio. Se usó chapa con espesor de 1,2 mm para hacer la puerta de vehículo mediante las operaciones siguientes.

25 Operación 1, conformado de la pieza bruta y troquelado: conformado de la pieza bruta y troquelado usando la prensa en estado frío y cortándola para obtener la pieza bruta de chapa de la puerta de vehículo.

Operación 2, austenización: calentamiento de la pieza bruta de chapa de la puerta de vehículo a la temperatura de austenización de 840°C mediante un horno de calentamiento de tipo laminador, e introducción de la atmósfera protectora de nitrógeno y metanol dentro del horno para evitar la oxidación superficial y decarburización de la pieza bruta de chapa.

Operación 3, estampado en caliente: después de la terminación de la operación de calentamiento y de sacar la pieza bruta de chapa del horno de calentamiento de tipo laminador, la pieza bruta de chapa se transfiere a la prensa de estampado inmediatamente por el operario para troquelar la pieza bruta de chapa en el estado austenítico a fin de dar la forma de la puerta de vehículo.

35 Operación 4, templado-reparto a un enfriamiento moderado: después de la operación de estampado en caliente, introducción de la puerta de vehículo dentro del lecho fluidizado a la temperatura de 250°C rápidamente por el operario para templarla, manteniéndola durante 5 minutos para bajar la temperatura de la puerta de vehículo a la temperatura de templado, y completar la operación de reparto al mismo tiempo.

Operación 5, revenido: retirada de la puerta de vehículo del lecho fluidizado a la temperatura de reparto y transferencia a un horno de revenido para su revenido a la temperatura de revenido a 250°C, en el que el horno de revenido es un horno de aire equipado con agitación mediante una soplante y que usa electricidad para el calentamiento, y la operación de revenido dura 20 minutos.

Operación 6, estampado fino: después de la operación de revenido, retirada de la puerta de vehículo del horno de revenido y colocación dentro de la matriz de estampado fino directamente por el operario para llevar a cabo el estampado fino cuando está aún caliente.

Realización 3: viga de paredes delgadas

La longitud y anchura de la viga son respectivamente 4250 mm y 250 mm, la altura de las paredes laterales es de 120 mm, y un agujero con un diámetro de 120 mm troquelado en cada uno de los dos extremos. La sección de viga está hecha de plancha de acero con contenido medio en carbono conteniendo silicio y niobio y el espesor es de 5 mm. La viga se obtiene de la forma siguiente.

Operación 1, conformado de la pieza bruta y troquelado: troquelado para obtener la pieza bruta de la plancha de la viga en estado frío usando una matriz de cuchilla o una matriz para piezas en bruto, y realización de los agujeros circulares en los dos extremos mediante un procedimiento de corte por laser.

Operación 2, austenización: calentamiento de la pieza bruta de la plancha en un horno de calentamiento de tipo directo, en el que el mecanismo de tracción por etapas o de tipo placa de cadena pasa a través de la totalidad de

la cámara del horno y se extiende desde la puerta de alimentación del horno hasta la puerta de descarga del horno en los dos extremos, y la pieza en bruto de acero se deposita sobre el mecanismo de transporte, transportándose dentro del horno desde la puerta de alimentación por el mecanismo de arrastre para pasar a través del horno, y calentamiento a la temperatura de austenización de 850°C.

- 5 Operación 3, estampado en caliente: transferencia de la pieza bruta de acero a una matriz de formación de una máquina de estampado inmediatamente por el operario para ser troquelada después de salir del horno.

- 10 Operación 4, templado a un enfriamiento moderado: después de la operación de estampado en caliente, templado inmediato de la viga y enfriamiento de la misma en las soluciones de polímero acuoso durante 2 segundos primeramente y, a continuación, transferencia de la misma a un lecho fluidizado a la temperatura de 200°C y permaneciendo en él durante 5 minutos.

Operación 5, reparto: transferencia de la viga a un lecho fluidizado de reparto del calentamiento a la temperatura de 400°C inmediatamente y permaneciendo en él durante 150 segundos después de que la viga permanezca en el lecho fluidizado de enfriamiento moderado el periodo de tiempo fijado.

- 15 Operación 6, revenido: después de permanecer durante 150 segundos, transferencia de la viga a un horno de revenido a la temperatura de 400°C inmediatamente, en el que el revenido se mantiene durante 30 minutos, y el horno de revenido es un horno de aire que emplea electricidad para el calentamiento y equipado con agitación por soplante dentro del mismo.

- 20 Operación 7, estampado fino: después de la operación de revenido, retirada de la viga del horno de revenido y colocación sobre una matriz de precisión para troquelarla inmediatamente cuando está todavía caliente, modificándose, de esta forma, la distorsión producida durante el templado, y el estampado fino enfría la viga a la temperatura ambiente.

Realización 4: guardabarros delantero

- 25 Como material se seleccionó la chapa de acero laminado en frío hecha de acero con contenido medio en carbono conteniendo boro. Se usó chapa con espesor de 1 mm para hacer el guardabarros delantero de un vehículo mediante las operaciones siguientes.

Operación 1, conformado de la pieza bruta y troquelado: conformado de la pieza bruta usando la prensa en estado frío y cortándola para obtener la pieza bruta de chapa del guardabarros delantero.

- 30 Operación 2, austenización: calentamiento de la pieza bruta de chapa del guardabarros delantero a la temperatura de austenización de 900°C usando un horno de calentamiento de tipo laminador, e introducción de la atmósfera protectora de nitrógeno y metanol dentro del horno para evitar la oxidación superficial y descarburización de la pieza bruta de chapa.

- 35 Operación 3, estampado en caliente: después de la terminación de la operación de calentamiento y de la retirada de la pieza bruta de chapa del horno de calentamiento de tipo laminador, transferencia de la pieza bruta de chapa a la prensa de estampado inmediatamente por el operario, para troquelar la pieza bruta de chapa en el estado de austenita a fin de dar la forma del guardabarros delantero.

Operación 4, templado-reparto a un enfriamiento moderado: después de la operación de estampado en caliente, introducción del guardabarros delantero dentro del lecho fluidificado a la temperatura de 3000°C por el operario inmediatamente para templarlo, manteniéndole durante 10 a 60 segundos para terminar la operación de reparto a esta temperatura de templado para el guardabarros delantero.

- 40 Operación 5, revenido: retirada del guardabarros delantero del lecho fluidificado a la temperatura de reparto y transferencia del mismo a un horno de revenido para su revenido a la temperatura de revenido de 350°C, en el que el horno de revenido es un horno de aire equipado con agitación mediante una soplante y emplea electricidad para calentamiento, y la operación de revenido dura 120 segundos.

- 45 Operación 6, estampado fino: después de la operación de revenido, retirada del guardabarros delantero del horno de revenido e introducción del mismo dentro de una matriz de estampado fino directamente por el operario para llevar a cabo el estampado fino.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de tratamiento integrado para el estampado en caliente y tratamiento térmico de acero en chapa, **caracterizado porque** el procedimiento comprende las etapas de:
- 5 la primera etapa, selección y preparación de una pieza bruta de acero: troquelado o corte de una placa de acero, una chapa de acero una sección de viga en frío para formar la pieza bruta de acero;
- la segunda etapa, tratamiento de estampado en caliente; calentamiento de la pieza bruta de acero hasta una temperatura de austenización y estampado de la misma en caliente;
- la tercera etapa, templado con una temperatura de enfriamiento controlada: templado de la pieza bruta de acero estampado en caliente.
- 10 la cuarta etapa, operación de reparto: recalentamiento de la pieza bruta de acero enfriado, a continuación bajada de la temperatura a una temperatura de revenido y realización al mismo tiempo del estampado fino.
- en el que templado implica establecer una temperatura de enfriamiento $T1$ como sigue: $Mf \leq T1 \leq Ms$, en la que el intervalo de Ms está dado como sigue: $200^{\circ}C < Ms \leq 500^{\circ}C$, y el intervalo de Mf está dado como sigue: $50^{\circ}C \leq Mf \leq 200^{\circ}C$, para transformar, de esta forma, del 50% al 90% de austenita en martensita;
- 15 en el que el tratamiento de recalentamiento implica la introducción de la pieza bruta de acero en un horno de baño de sal, un horno de lecho fluidizado o un horno de calentamiento por aire, la elevación de la temperatura a una temperatura de calentamiento $T2$, $100^{\circ}C \leq T2 \leq 500^{\circ}C$, y el mantenimiento de la temperatura durante 10 a 900 segundos, y
- 20 en el que el tratamiento térmico de revenido implica la introducción de la pieza bruta de acero obtenida después del tratamiento de recalentamiento en un horno de baño de sal, un horno de lecho fluidizado o un horno de calentamiento por aire, y la realización del tratamiento de revenido a una temperatura $T3$, en el que el intervalo de la temperatura de revenido $T3$ es $100^{\circ}C \leq T3 \leq 500^{\circ}C$.
2. El procedimiento de tratamiento integrado para el estampado en caliente y tratamiento térmico de acero en chapa de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el troquelado comprende el troquelado usando una matriz de corte, una matriz de conformado de pieza bruta o una matriz de cuchilla.
- 25 3. El procedimiento de tratamiento integrado para el estampado en caliente y tratamiento térmico de acero en chapa de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el calentamiento implica el calentamiento bajo vacío o en una atmósfera protectora usando un horno de resistencias o un horno de combustible.
- 30 4. El procedimiento de tratamiento integrado para el estampado en caliente y tratamiento térmico de acero en chapa de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la temperatura de enfriamiento del templado es igual a la temperatura de recalentamiento y la temperatura de revenido.