

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 842 293**

51 Int. Cl.:

C21D 7/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2016** **E 16200246 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020** **EP 3327153**

54 Título: **Método para fabricar un componente de forma compleja**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.07.2021

73 Titular/es:

OUTOKUMPU OYJ (100.0%)
Salmisaarenranta 11, P.O.Box 245
00180 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

FRÖHLICH, THOMAS y
LINDNER, STEFAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 842 293 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

Método para fabricar un componente de forma compleja

5 La presente invención se refiere a un método para fabricar mediante una operación de conformado de múltiples etapas piezas muy complejas con materiales austeníticos mediante una combinación de tratamientos de conformado en frío y recocido. Durante la operación de conformado, se ha logrado la formación de maclas en los materiales austeníticos de ductilidad reducida.

10 En la producción de carrocerías de vehículos, los componentes con una geometría de conformado compleja se fabrican con aceros blandos para embutición profunda. Hay requisitos a cumplir como una elevada resistencia, ligereza de peso, objetivos de seguridad o de embalaje por los aceros de alta resistencia disponibles como los aceros de doble fase, los aceros de múltiples fases o los aceros de fase compleja que alcanzan su límite de conformabilidad muy a menudo. Los valores mecánicos ajustados y definidos y las partes de la microestructura (durante la fabricación del acero) reaccionan de una forma sensible a las etapas siguientes de conformado o de tratamiento térmico durante la fabricación de los componentes. Por lo tanto, estas etapas cambian las propiedades de forma indeseable.

15 Una solución son las operaciones de conformado en caliente como el llamado endurecimiento por presión, donde los aceros al manganeso-boro termotratables se calientan hasta la temperatura de austenización (más de 900°C), hasta su endurecimiento durante un tiempo de retención específico y luego se conforman a dichas altas temperaturas en una herramienta de conformado en caliente en el componente resultante. Al mismo tiempo de la operación de conformado, se elimina el calor desde la chapa hacia las áreas de contacto de la herramienta y por lo tanto se enfría. El proceso se describe, por ejemplo, en el Documento de Patente los EE.UU. de Número US20040231762A1. Con el proceso de conformado en caliente, se pueden realizar piezas complejas usando un material de alta resistencia. Pero el alargamiento residual está en un nivel más bajo (la mayoría de las veces <5 %).

20 Por lo tanto, no son posibles etapas siguientes de conformado en frío, así como una alta absorción de energía durante una situación de choque de un componente de carrocería de un vehículo. Además, en ningún momento se solicita una resistencia a la tracción de 1.500 MPa, por ejemplo, cuando el sistema se vuelve demasiado rígido. Además, los costos de inversión, reparación y energía, así como el espacio necesario para los hornos de solera de rodillos son muy altos y con tiempos de ciclo marginales en comparación con las operaciones de conformado en frío. Además, la protección contra la corrosión se encuentra en un nivel inferior en comparación con los aceros de conformado en frío y revestidos.

25 Durante muchas décadas, los aceros inoxidables austeníticos se han usado en el campo de aplicación de los bienes de uso doméstico para piezas de conformado en frío complejas como fregaderos. Los materiales establecidos se alean con cromo y níquel usando el efecto endurecedor TRIP (por sus siglas en inglés, *Transformación Inducida por Plasticidad*) donde la microestructura austenítica metaestable se transforma en martensita durante una carga de conformado. A temperatura ambiente, la microestructura austenítica es estable debido a la menor temperatura de inicio de la martensita. En la literatura, este efecto es bien conocido como "formación de martensita inducida por deformación". Un inconveniente de usar estos materiales para operaciones de conformado en frío complejas es que el material formalmente austenítico cambia sus propiedades hacia una microestructura martensítica con menor ductilidad, aumentando la dureza y por lo tanto hacia una disminución del potencial de absorción de energía resultante. Además, el proceso no es reversible. Las ventajas de un material austenítico como son las propiedades no magnéticas se pierden y no se pueden usar en la situación de los componentes del material. El cambio irreversible de la microestructura es un gran inconveniente para las operaciones de conformado de múltiples etapas complejas donde es insuficiente el alargamiento residual. Además, el efecto de TRIP es sensible a la temperatura, lo que resulta en una necesidad de inversión adicional para la refrigeración de la herramienta. Además, estos materiales muestran el peligro del agrietamiento retardado inducido por tensión cuando cambian su microestructura hacia la martensita durante un proceso de conformado. La energía de falla de apilamiento SFE (por sus siglas en inglés) de estos materiales con efecto TRIP es menor de <20 mJ/m². Además, el peligro de fragilización por hidrógeno viene dado por la transformación de la martensita.

30 Los aceros inoxidables austeníticos con efecto TRIP descritos se encuentran en estado inicial no magnético. La Publicación de Número DE102012222670A1 describe un método para el calentamiento local de componentes fabricados con aceros inoxidables usando el efecto TRIP y el resultado de este efecto se aumenta con la formación de martensita. Además, se crea un equipo para el calentamiento inductivo de aceros inoxidables austeníticos con la transformación de martensita mediante una recristalización local en las áreas de la martensita del componente.

35 La Publicación de Número WO2015028406A1 describe un método para endurecer una chapa de metal, donde la superficie se endurece mediante endurecimiento por granallado o chorreado de arena. Como resultado, la superficie es más resistente al rayado para aplicaciones de fregadero. Se destaca especialmente el uso del acero inoxidable 1.4301 aleado con cromo-níquel metaestable.

40 La Publicación de la Solicitud de Patente Europea de Número EP 2 090 688 A1 describe un proceso para producir un producto de acero de alta resistencia a partir de un acero TWIP recocido y laminado en caliente y/o laminado en frío. Posteriormente, al menos una parte del acero TWIP se somete a una reducción en frío para obtener la relación deseada de límite elástico y resistencia a la tracción en esa parte.

El objeto de la presente invención es eliminar algunos inconvenientes de la técnica anterior y establecer un método para la fabricación de un componente de forma compleja de acero austenítico con propiedades no magnéticas al final y durante todas las etapas del proceso. El proceso de múltiples etapas con una combinación de conformado y calentamiento da como resultado propiedades reversibles del material, que se logran mediante el efecto del endurecimiento TWIP y de la microestructura austenítica estable. Las características esenciales de la presente invención se enumeran en las reivindicaciones adjuntas.

El acero usado en la invención contiene átomos de carbono y nitrógeno intersticiales desacoplados, de modo que la suma del contenido de carbono y del contenido de nitrógeno (C + N) es al menos el 0,4 % en peso, pero menos del 1,2 % en peso, y ventajosamente, el acero también puede contener más del 10,5 % en peso de cromo, siendo así un acero inoxidable austenítico. Otro formador de ferrita como el cromo es el silicio, que actúa como un desoxidante durante la fabricación del acero. Además, el silicio aumenta la resistencia y la dureza del material. En la presente invención, el contenido de silicio del acero es menos del 3,0 % en peso para restringir la afinidad por el agrietamiento en caliente durante la soldadura, más preferiblemente menos del 0,6 % en peso para evitar la saturación como desoxidante, aún más preferiblemente menos del 0,3 % en peso para evitar fases de bajo punto de fusión en la base de Fe-Si y para restringir una disminución no deseada de la energía de falla de apilamiento. En caso de que el acero contenga contenidos esenciales de al menos un formador de fase de ferrita, tal como cromo o silicio, una compensación con el contenido de los formadores de fase de austenita como carbono o nitrógeno, pero también tal como el manganeso, el % en peso está entre el 10 % y menos o igual al 26 %, preferiblemente entre el 12-16 %, el carbono y el nitrógeno ambos valores del % en peso son más del 0,2 % y menos del 0,8 %, el % en peso de níquel es igual o menos del 2,5 %, preferiblemente menos del 1,0 %, o el % en peso de cobre es menos o igual al 0,8 %, preferiblemente se hará entre 0,25-0,55 % para tener un contenido equilibrado y único de austenita en la microestructura del acero.

La presente invención existe porque se pueden realizar piezas de forma compleja con una operación de calentamiento y conformado en frío de múltiples etapas bajo retención u optimización de las propiedades del material austenítico después de terminar la operación de conformado.

Las etapas de conformado del proceso de múltiples etapas se llevan a cabo mediante procesos de embutición profunda hidromecánica como el hidroconformado de chapa o el conformado interno a alta presión.

Además, las etapas de conformado del proceso de múltiples etapas se llevan a cabo mediante conformado mediante embutición profunda, prensado, punteado, abombamiento, doblado, rotación o estirado.

Según la presente invención, se usa un acero austenítico con un alargamiento A_{80} igual o más del 50 % en un proceso de conformado de múltiples etapas, por lo que el material se caracteriza por un efecto de endurecimiento TWIP (por sus siglas en inglés, plasticidad inducida por maclaje), una energía de falla de apilamiento específica ajustada SFE (por sus siglas en inglés) entre más o igual a 20 y menos o igual a 30 mJ/m², preferiblemente 22-24 mJ/m², y por lo tanto por una microestructura austenítica estable, así como por propiedades no magnéticas estables durante el proceso completo de conformado.

La invención se refiere a un método para una operación de conformado de múltiples etapas, donde el conformado y el calentamiento consisten en dos etapas diferentes de la operación, donde el proceso del conformado del metal de múltiples etapas incluye al menos dos etapas diferentes (o independientes entre sí) donde al menos una etapa es una etapa de conformado. La otra puede ser una etapa de conformado adicional o, por ejemplo, un tratamiento térmico. Además, en la invención se describe un proceso posterior que incluye conformado y calentamiento para crear piezas de formas complejas y que se usa para alcanzar este objetivo de un acero austenítico (inoxidable) con efecto de endurecimiento TWIP con sus propiedades específicas y posibilidades para piezas de formas complejas fabricadas con acero austenítico con el uso del efecto de endurecimiento TWIP (Plasticidad inducida por maclaje). Durante el calentamiento, se disuelven las maclas en la microestructura del material TWIP usado y durante el conformado, se reconstruyen las maclas en la microestructura del material TWIP usado.

Las piezas de formas complejas en el estado de la técnica para la industria de fabricación de chapas son productos de línea blanca, bienes de consumo, o la producción de carrocerías para automóviles. Además, las geometrías de conformado complejas y diseño extensivo tienen la ventaja de ahorrar un número de piezas, o integrar funciones adicionales. Un componente de forma compleja de múltiples etapas como un producto de línea blanca se puede encontrar como un fregadero de cocina o como cubetos en electrodomésticos como un tambor de un lavavajillas o de una lavadora. Además de los requisitos funcionales o constructivos como las limitaciones del envasado, por ejemplo un miembro longitudinal de un automóvil, o las especificaciones de volumen tales como en tanques y depósitos también son adecuados para una configuración constructiva compleja. Además de los aspectos de diseño, pueden ser soluciones adicionales al método de la invención por ejemplo el hundimiento o la trayectoria de la carga de las estructuras de choque, tales como la caja de choque con sistemas de parachoques para automóviles. Además, la invención es adecuada para piezas colgantes de sistemas de transporte, como puertas de forma compleja o vigas de impacto de puertas laterales, así como para piezas interiores como estructuras de asientos, especialmente paredes de los respaldos de los asientos. El componente deformado según la presente invención se puede aplicar para sistemas de transporte, tales como automóviles, camiones, autobuses, ferrocarriles o vehículos agrícolas, así como para la industria automotriz como un manguito de airbag o un tubo de llenado de combustible. La operación de

conformado de múltiples etapas es un proceso alterno de conformado en frío, por ejemplo a menos de 100°C y no inferior a -20°C, pero preferiblemente a temperatura ambiente y tras un calentamiento breve. El número de etapas del proceso depende de la complejidad del conformado.

La presente invención se ilustra con más detalles haciendo referencia a los dibujos adjuntos donde

- 5 La Figura 1 muestra la comparación de la dureza de diferentes procesos,
 La Figura 2 muestra la formación de maclas como una inspección metalográfica,
 La Figura 3 muestra un diagrama del grado de conformado de un acero TWIP austenítico,
 La Figura 4 muestra el efecto del endurecimiento de un borde estampado,
 La Figura 5 muestra el efecto del endurecimiento de la superficie por granallado,
 10 La Figura 6 muestra el efecto del tratamiento térmico de nitruración superficial sobre las propiedades mecánicas de un acero TWIP austenítico, y
 La Figura 7 muestra un proceso de conformado de metal de múltiples etapas.

- 15 La Figura 1 muestra el resultado de una dureza medida en un componente después de tal operación de conformado y calentamiento. Comparación de la dureza para diferentes etapas del proceso de la operación de conformado de múltiples etapas: Inicial, material base (izquierda), después de la primera etapa de conformado con un grado de conformado del 20 % (medio), y después del proceso de calentamiento (derecha); para cada estado se tomas 10 puntos de dureza por medida.

En la Figura 2 se muestra la formación de las maclas como una inspección metalográfica en la Figura 2, relacionadas con la medición de la dureza en la Figura 1.

- 20 La Figura 3 muestra el diagrama del grado de conformado del acero TWIP austenítico con un 12-17 % de cromo y manganeso.
 En la Figura 4 se muestra el efecto del endurecimiento desde un borde estampado para un acero TWIP aleado con un 12-17 % de cromo y manganeso.

- 25 La Figura 5 muestra el efecto del endurecimiento de la superficie mediante granallado sobre acero TWIP totalmente austenítico.
 En la Figura 6 se muestra el efecto del tratamiento térmico de nitruración superficial sobre las propiedades mecánicas de un acero TWIP austenítico en un estado recocido, $R_{p0,2}$ = límite elástico, A_{80} = alargamiento después de la fractura, A_g = alargamiento uniforme, definición de muestra: A = muestreada en estado de recocido inicial, N = muestra después del tratamiento de nitruración.

- 30 En la Figura 7 se muestra un proceso de conformado de metal de múltiples etapas que consiste en diferentes etapas de conformado y calentamiento con el uso del efecto de endurecimiento TWIP.

- 35 El material usado en el método se endurecerá durante la operación de conformado debido al efecto TWIP, pero el material mantendrá la microestructura austenítica. Para un material TWIP austenítico, el grado de conformado será menos del o igual al 60 %, preferiblemente menos del o igual al 40 %. Si el potencial de conformado, definido por el grado de conformado del material está al final del método o si se requieren altas fuerzas de la herramienta para el conformado, se puede iniciar la segunda etapa, una etapa de calentamiento. Durante la siguiente etapa de calentamiento, las maclas se disuelven y el material se ablanda nuevamente. Debido a las características del material definidas anteriormente, el método es un proceso reversible. El proceso de calentamiento se puede integrar en una herramienta de conformado con inducción o conducción. La temperatura de calentamiento debe estar entre 750 y 40 1.150°C, preferiblemente entre 900 y 1.050°C. El proceso se puede repetir tantas veces como sea necesario para establecer la geometría compleja deseada.

El espesor inicial de la chapa usada para el proceso de múltiples etapas debe ser menos de 3,0 mm, preferiblemente entre 0,25 y 1,5 mm. Con la presente invención también es posible usar chapas laminadas flexibles.

El componente tiene la forma de una chapa, un tubo, un perfil, un alambre, o un remache de unión.

- 45 En la Figura 2 se muestran las formaciones de las maclas como una inspección metalográfica, relacionadas con la medición de la dureza en la Figura 1. La formación de las maclas por conformado y su disolución por calentamiento se puede señalar muy bien. Con una etapa de conformado adicional después del calentamiento, se reinicia nuevamente la formación de las maclas y el componente se endurecerá nuevamente. Este proceso se puede alternar y repetir tantas veces como sea necesario para alcanzar la geometría, así como los valores mecánicos objetivo de resistencia y de alargamiento. Por lo tanto, la última etapa de la operación de conformado de múltiples etapas puede
 50

5 ser una etapa de conformado con un grado definido de conformado, así como una etapa de calentamiento local. Para el uso de un acero TWIP que está aleado con un 12-17 % de cromo y manganeso, se usa el diagrama de conformado para ajustar los valores suficientes del componente terminado, Figura 3. Como se ve en la Figura 3, la invención es especialmente adecuada para aceros de alta o ultra alta resistencia con un nivel de límite elástico mínimo de más de o igual a 500 MPa. Las etapas de calentamiento se pueden diseñar con tecnología de inducción, de conducción, o también de infrarrojos. Son posibles velocidades de calentamiento de 20 K/s y estas no influyen en el comportamiento de las maclas.

10 A la herramienta de conformado, adicionalmente se pueden integrar operaciones de conformado. Como resultado, se puede alcanzar el efecto del endurecimiento en más del 160 % del material base para las operaciones de la técnica. Este inconveniente del endurecimiento de los bordes se puede solucionar también mediante una etapa de calentamiento posterior. Como resultado, se puede reducir de forma significativa la sensibilidad al agrietamiento del borde.

15 Un aspecto positivo adicional de la invención es la posibilidad de crear un valor de tensión compresiva sobre la superficie mediante una operación de conformado modificada, tal como granallado, chorreado de arena o golpeteo de alta frecuencia para reducir la sensibilidad al agrietamiento del borde o superficial, así como un mejor comportamiento frente a la fatiga cuando el componente conformado de múltiples etapas está bajo condiciones de tensión de fatiga, por ejemplo un componente automotriz. Dicho tratamiento superficial es en general bien conocido, pero la combinación con la característica del material señalada muestra nuevas propiedades porque la microestructura y, por lo tanto, las propiedades del material (por ejemplo, no magnético) serán constantes. La combinación del proceso y del material resulta en los valores mostrados en la Tabla 1, donde el efecto del endurecimiento de la superficie (granallado) y el posterior tratamiento térmico están en el nivel de tensión residual de los aceros TWIP totalmente austeníticos.

Tabla 1

Material	Límite de elasticidad	Tensiones residuales sobre la superficie [MPa]		
	[MPa]	Estado inicial	Después del granallado	Después de un tratamiento térmico posterior
Acero TWIP	515	28	-811	-560
Condición de recocido				
Acero TWIP	811	102	-889	-589
Endurecido por deformación				

En la Tabla 1, un signo más significa tensiones de tracción en la superficie; un signo menos significa un nivel de tensión compresiva.

25 La desviación general del método de medición puede ser de +/- 30 MPa. Con la Tabla 1 se puede mostrar que las tensiones del material en su estado inicial, especialmente para las variantes laminadas en frío y endurecidas por deformación, se pueden transferir mediante una operación de conformado modificada a valores compresivos no críticos. También se puede integrar una operación de este tipo en el proceso de conformado de múltiples etapas porque también se puede mantener un alto nivel de carga compresiva después de un tratamiento térmico posterior.

30 Se puede usar un componente de forma compleja de múltiples etapas tal como un componente de automóvil, como un guardabarros, un sistema de parachoques, un canal o como un componente de chasis, por ejemplo, un brazo de suspensión. Además, se puede usar un componente de forma compleja de múltiples etapas como pieza de montaje en sistemas de transporte como una puerta, una trampilla, un lateral de carrocería o un flanco de carga, una parte interior de un sistema de transporte como un componente de estructura de asiento, por ejemplo, un respaldo de asiento.

35 También hay posibilidades de crear un componente de forma compleja de múltiples etapas tal como una pieza de un sistema de inyección de combustible como un cuello de llenado o tal como un tanque o depósito para automóviles, camiones, sistemas de transporte, ferrocarril, vehículos agrícolas, así como para la industria automotriz, y además en la construcción, y un recipiente a presión o caldera o para su uso como un componente de forma compleja de múltiples etapas tal como en vehículos eléctricos de batería o en automóviles híbridos como una caja de batería.

40 Se puede lograr un efecto de superficie adicional, como una operación de conformado modificada con un tratamiento térmico de nitruración o carburación. Ambos elementos, nitrógeno y carbono, operan como formadores de austenita y, por lo tanto, estos elementos estabilizan la energía de falla de apilamiento local y el efecto del endurecimiento resultante, mecanismo TWIP. El efecto de la nitruración o de la carburación es un endurecimiento de la estructura cercana a la superficie del componente como se muestra en la Figura 5. Además, la influencia de la estructura cercana a la superficie para los valores mecánicos del acero TWIP, se representa como se muestra en los valores mecánicos en la Figura 6.

Un tratamiento superficial de nitruración o de carburación con una temperatura de calentamiento entre 500 y 650°C, preferiblemente entre 525 y 575°C, se integra en el proceso de múltiples etapas para crear una superficie del componente resistente al rayado y al mismo tiempo no magnética.

- 5 En la Figura 7 se puede ver un proceso de conformado de metal de múltiples etapas, que incluye una chapa, placa, tubo 1 al menos en dos etapas diferentes (o independientes entre sí) donde al menos una etapa es una etapa de conformado 2. La siguiente etapa 3 es un tratamiento térmico. El número de etapas del proceso de múltiples etapas 4 depende de la complejidad del conformado 5. Como resultado final del método se tiene un componente de forma compleja 6.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un componente de forma compleja (6) en un proceso de múltiples etapas (4) donde el conformado en frío (2) a una temperatura en el intervalo de -20°C a 100°C y el calentamiento (3) se alternan durante al menos dos etapas del proceso de múltiples etapas (4), siendo el material un acero inoxidable austenítico con efecto de endurecimiento TWIP, por lo que el acero tiene un alargamiento inicial A_{80} mayor o igual al 30 %, el acero tiene una energía de falla de apilamiento específica ajustada SFE en el intervalo de 20 a 30 mJ/m², y el grado de conformado es menos o igual al 60 %, caracterizado porque la temperatura durante las etapas de calentamiento está en el intervalo de 750°C a 1.150°C, de modo que el material durante cada etapa del proceso y un componente producido tiene una microestructura austenítica con propiedades no magnéticas reversibles.
2. El método según la reivindicación 1, caracterizado porque el espesor inicial de la chapa (1) usada para el proceso de múltiples etapas (4) debe ser menor de 3,0 mm, preferiblemente entre 0,25 y 1,5 mm.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la suma del contenido de carbono y del contenido de nitrógeno (C + N) en el acero austenítico a deformar es más del 0,4 % en peso, pero menos del 1,2 % en peso.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el componente está en la forma (1) de una chapa, un tubo, un perfil, un alambre, o un remache de unión.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material usado es un acero totalmente austenítico estable (1) que usa el mecanismo de endurecimiento TWIP con una energía de falla de apilamiento definida (SFE) en el intervalo de 22-24 mJ/m².
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material usado tiene un alargamiento inicial A_{80} mayor o igual al 50 %.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el acero TWIP austenítico usado tiene un contenido en peso de manganeso entre el 10 % y menos o igual al 26 %, preferiblemente entre el 12 y el 16 % de manganeso.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el acero TWIP austenítico usado es un acero inoxidable con más del 10,5 % de cromo, preferiblemente entre el 12 y el 17 % de cromo.
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las etapas de conformado del proceso de múltiples etapas (4) se llevan a cabo mediante conformado por embutición profunda, prensado, punteado, abombamiento, doblado, rotación o estirado.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las etapas de conformado del proceso de múltiples etapas (4) se llevan a cabo mediante procesos de embutición profunda hidromecánica como el hidroconformado de chapa o el conformado interno a alta presión.
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la temperatura de calentamiento de las etapas de calentamiento (3) está en un intervalo de temperatura de 900 a 1.050°C.
12. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las etapas de calentamiento (3) del proceso de múltiples etapas (4) se llevan a cabo mediante calentamiento por inducción, calentamiento por conducción o calentamiento por infrarrojos.
13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un proceso de conformado (2) se integra en el proceso de múltiples etapas (4) como una etapa no final antes de una etapa de calentamiento posterior (3).
14. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un tratamiento de conformado modificado sobre la superficie como granallado, chorreado con arena o golpeteo de alta frecuencia se integra en el proceso de múltiples etapas para crear una superficie del componente con una resistencia al rayado y carga compresiva, que al mismo tiempo es una superficie del componente no magnética.
15. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un tratamiento térmico superficial de nitruración o carburación con una temperatura de calentamiento entre 500 y 650°C, preferiblemente entre 525 y 575°C, se integra en el proceso de múltiples etapas (4) para crear una resistencia al rayado y al mismo tiempo una superficie del componente no magnética.
16. El uso de un componente de forma compleja de múltiples etapas fabricado mediante un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 tal como un producto de línea blanca como un fregadero de cocina o cubetos en electrodomésticos como un tambor de un lavavajillas o de una lavadora.
17. El uso de un componente de forma compleja de múltiples etapas fabricado mediante un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 tal como un componente automotriz como un guardabarros, un sistema de parachoques,

un canal o tal como un componente de chasis (por ejemplo, brazo de suspensión).

5 18. El uso de un componente de forma compleja de múltiples etapas fabricado mediante un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 tal como una pieza de montaje para sistemas de transporte como una puerta, una trampilla, un lateral de carrocería o un flanco de carga, una pieza interior de un sistema de transporte como un componente de la estructura de un asiento.

19. El uso de un componente de forma compleja de múltiples etapas fabricado mediante un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 tal como una pieza de un sistema de inyección de combustible, como un cuello de llenado o tal como un tanque o depósito para automóviles, camiones o tal como un recipiente o caldera a presión.

10 20. El uso de un componente de forma compleja de múltiples etapas fabricado mediante un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 en vehículos eléctricos con baterías o automóviles híbridos como una caja de batería.

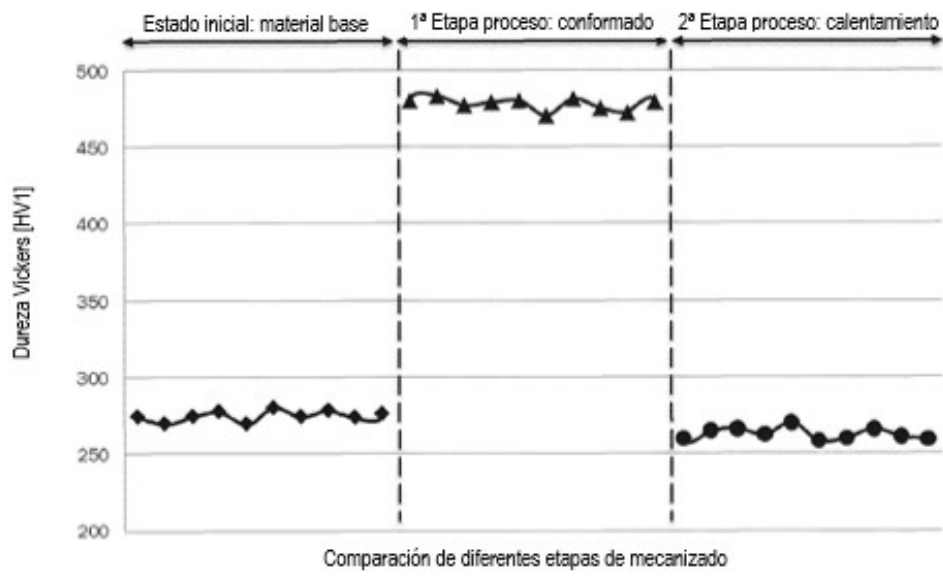


Figura 1

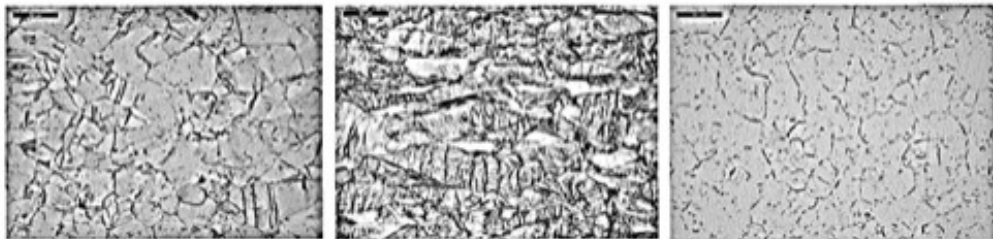


Figura 2

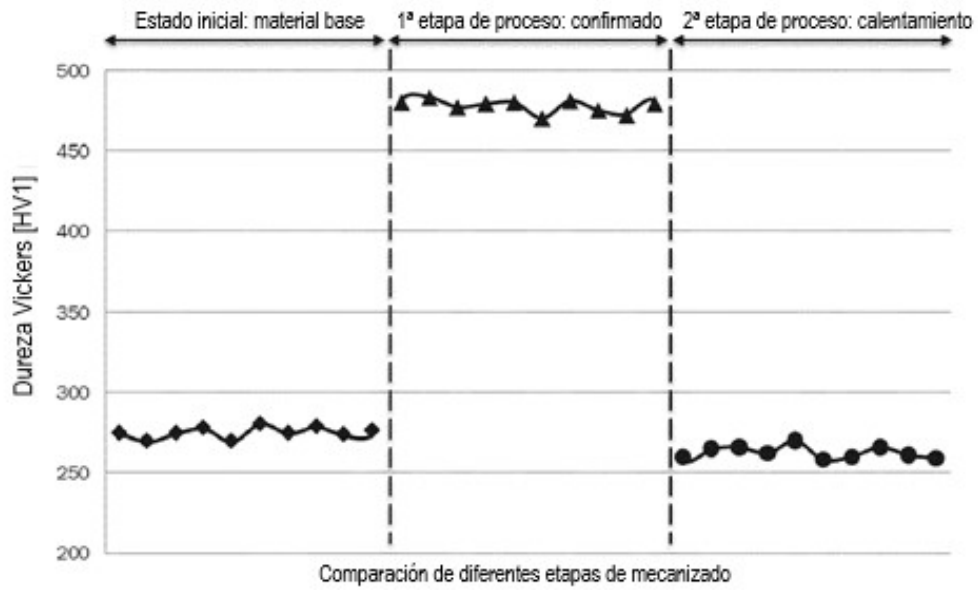


Figura 3

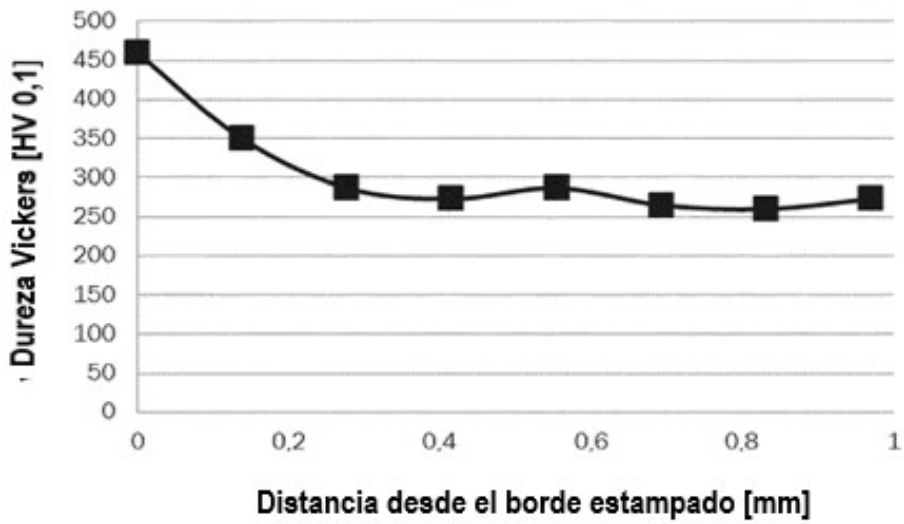


Figura 4

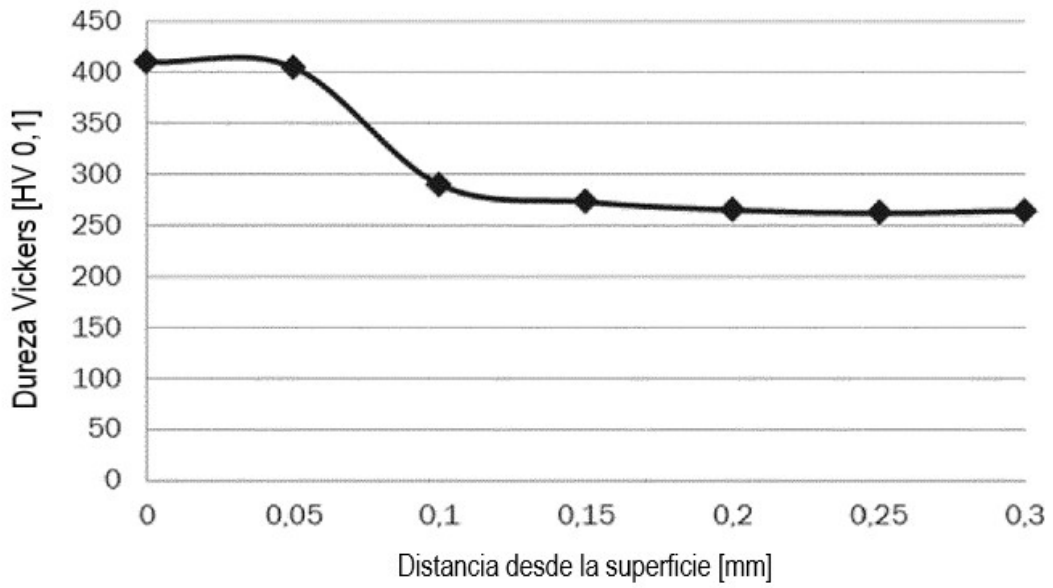


Figura 5

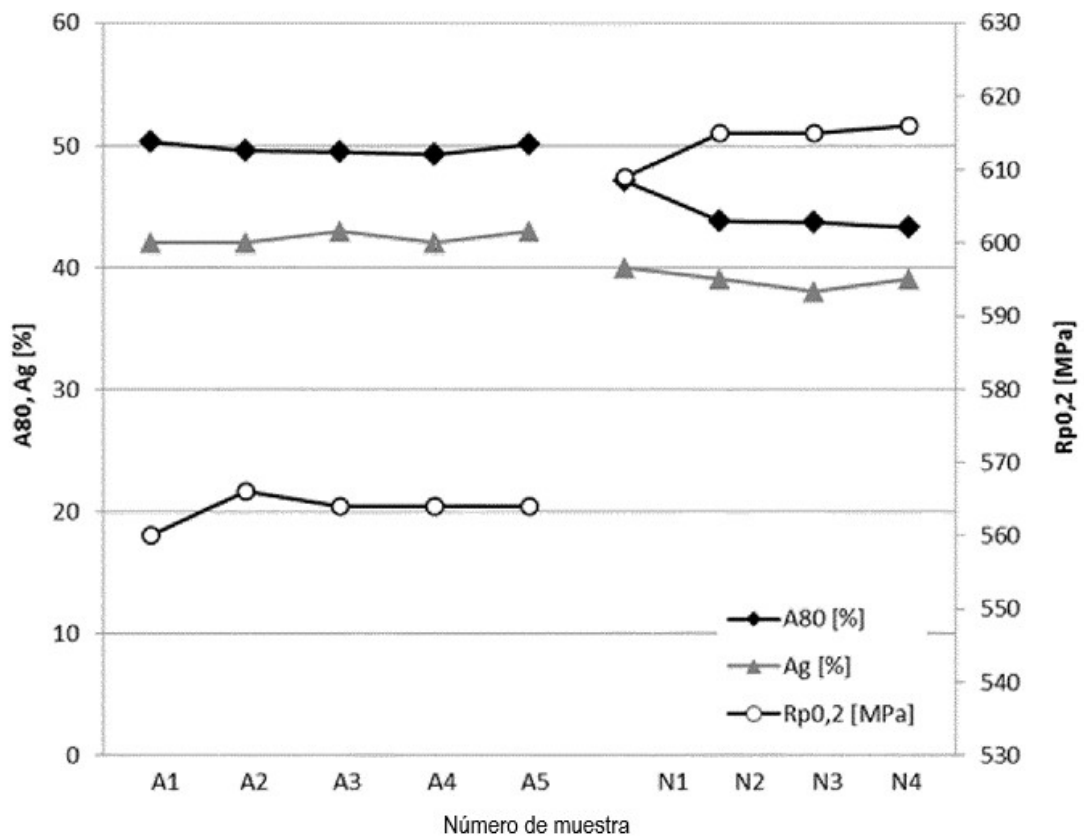


Figura 6

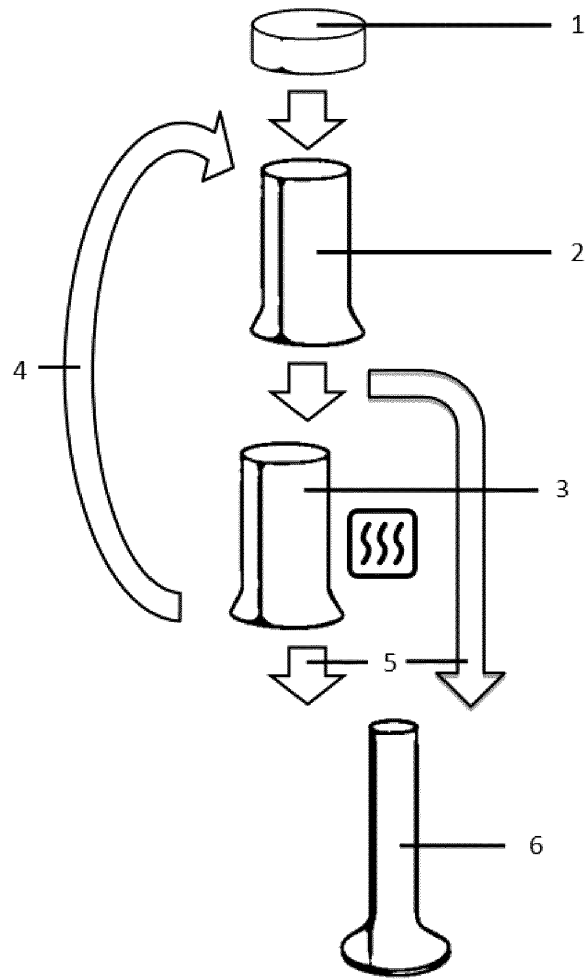


Figura 7