

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 885 152**

21 Número de solicitud: 202130208

51 Int. Cl.:

B21B 3/02

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

09.03.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.12.2021

71 Solicitantes:

**BILSTEIN GMBH & CO. KG (100.0%)
Im Weinhof 36
58119 Hagen DE**

72 Inventor/es:

**KRECH, Dieter y
KLOSS, Thomas**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

54 Título: **Procedimiento para fabricar un anteprodueto magnético dulce de metal**

57 Resumen:

Procedimiento para fabricar un anteprodueto magnético dulce de metal con un comportamiento de magnetización especialmente bueno, cuyo procedimiento presenta los pasos de trabajo siguientes:

- fabricar o proporcionar una pieza bruta metálica laminable de un producto metálico,
- prelaminar la pieza bruta metálica con un grado de conformación definido hasta alcanzar un espesor intermedio, estando acomodado el grado de conformación a un grado de laminación crítico o poscrítico que se debe mantener en la laminación subsiguiente,
- tratar térmicamente la pieza bruta prelamada, preferiblemente recocer la pieza bruta prelamada,
- laminar la pieza bruta con un grado de laminación crítico o poscrítico hasta alcanzar un espesor final y recocerla seguidamente para ajustar un tamaño de grano definido, y
- terminar la fabricación del anteprodueto.

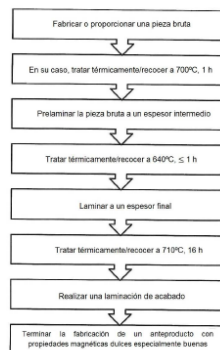


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para fabricar un anteprodueto magnético dulce de metal

La invención se refiere a un procedimiento para fabricar un anteprodueto magnético dulce de metal con un comportamiento de magnetización especialmente bueno.

- 5 En el estado de la técnica se conocen anteproduetos magnéticos dulces con el nombre de electrobandas.

Por materiales magnéticos dulces deben entenderse materiales que se pueden magnetizar y desmagnetizar de una manera sencilla especialmente bajo la acción de campos eléctricos exteriores, conductores recorridos por corriente eléctrica y campos magnéticos de modo que,
10 gracias a su uso en sistemas eléctricos, se pueda aprovechar óptimamente la energía eléctrica.

El anteprodueto magnético dulce se convierte posteriormente en productos finales que se emplean, por ejemplo, en la construcción de máquinas eléctricas. Según la finalidad de aplicación y los requisitos, se selecciona y se utiliza un anteprodueto con propiedades
15 magnéticas dulces correspondientemente adecuadas.

Si, por ejemplo, no se fija el flujo magnético en una dirección determinada para la finalidad de aplicación, sino que es necesario que se proporcionen buenas propiedades magnéticas en todas las direcciones, se emplea un anteprodueto con propiedades isotrópicas. Éste se denomina también electrobanda de grano no orientado y se utiliza, por ejemplo, en
20 generadores, motores eléctricos o relés.

Se consideran seguidamente tales materiales de grano no orientado

Estas y otras propiedades, como, por ejemplo, la permeabilidad, la remanencia, la densidad de flujo y la saturación, así como la intensidad del campo coercitivo describen la calidad referida a las propiedades magnéticas dulces de los materiales. Estas propiedades pueden y
25 tienen que acomodarse a la respectiva finalidad de aplicación del producto.

Para fabricar una electrobanda con tales propiedades deseadas se utiliza como producto de partida en el estado de la técnica un semiprodueto constituido preferiblemente por una banda caliente de acero. En las llamadas especies de electrobandas de grano no orientado sometidas a un recocido de remate se efectúan después del decapado de la banda caliente
30 una laminación en frío en varias pasadas de laminación hasta alcanzar el espesor final deseado y un recocido de remate subsiguiente, recristalizándose la estructura laminada, ajustándose el contenido de carbono a valores muy bajos y provocándose una formación de

grano grueso de modo que se haga posible una fácil magnetizabilidad del material. A continuación, se convierte el anteprodueto (banda fría) en productos finales, a cuyo fin, por ejemplo, se troquelan los productos finales en la banda fría o se les recorta por medio de corte con láser. En esta conversión posterior se tiene que evitar absolutamente una conformación del material, ya que, debido a una deformación, se producen dislocaciones en la estructura que empeorarían considerablemente la magnetizabilidad del material y conducirían a un producto final poco satisfactorio.

Otra posibilidad para fabricar una electrobanda con las propiedades deseadas consiste en que, después del decapado, se lamine en frío la banda caliente de acero, se la someta a un recocido de recristalización y luego se la lamine en frío con un pequeño grado de conformación (deformación crítica) para provocar un deliberado crecimiento del grano y facilitar así la magnetizabilidad del material. A partir de este anteprodueto se pueden fabricar después productos finales, por ejemplo, piezas troqueladas-dobladas o piezas de embutición profunda, teniendo que someterse los productos finales, después de terminada su fabricación, a un recocido especial para, por ejemplo, eliminar las dislocaciones incorporadas en el material durante la conformación y proporcionar un producto con óptimas propiedades magnéticas dulces.

Esta electrobanda se denomina electrobanda de grano no orientado no sometida a un recocido de remate.

El recocido especial subsiguiente de los productos finales es complicado y caro, ya que cada pieza individual tiene que alimentarse al proceso de recocido.

El problema de la invención radica en crear un procedimiento económicamente realizable con el que se puedan ajustar deliberadamente las propiedades magnéticas dulces y las propiedades mecánicas de un anteprodueto, pudiendo acomodarse las propiedades especialmente en lo que respecta a una conversión conformadora posterior del anteprodueto de modo que no se necesite ningún complejo tratamiento térmico de productos finales generados por conformación del anteprodueto y se proporcione un producto final con buenas propiedades magnéticas dulces.

Además, se pretende producir un enriquecimiento de la diversidad de procedimientos, es decir, soluciones alternativas para fabricar anteproduetos con propiedades magnéticas dulces especialmente buenas.

La invención propone un procedimiento según la reivindicación 1 para resolver este problema.

Como producto de partida se fabrica o se proporciona una pieza bruta metálica laminable. La pieza bruta puede consistir, por ejemplo, en acero ferrítico u otro material metálico y presenta propiedades isotrópicas.

Se prelamina primero la pieza bruta metálica, efectuándose la prelamina-
 5 un espesor intermedio. El grado de conformación durante la prelamina-
 ción se acomoda a un grado de laminación crítico o poscrítico que se debe ajustar en una laminación siguiente de modo que, al realizar la laminación siguiente hasta alcanzar el espesor final, únicamente sea necesaria todavía una pequeña conformación del material en el rango de conformación crítico o poscrítico con un pequeño grado de laminación. Por tanto, el grado de conformación durante
 10 la laminación al espesor intermedio depende del grado de laminación crítico o poscrítico durante la laminación al espesor final.

Después de la prelamina- ción se trata térmicamente la pieza bruta, sometiéndola preferiblemente a un recocido de recristalización.

A continuación, se efectúa la laminación, en la que la pieza bruta con el grado de laminación
 15 crítico o poscrítico se lamina a su espesor final deseado, y se realiza otro recocido añadido a la laminación. Mediante la laminación con el grado de laminación crítico o poscrítico y el recocido siguiente a la misma se provoca un crecimiento del grano en la estructura metálica, con lo que se hace posible la magnetización y desmagnetización más fácil y más rápida del material.

En la conformación de un material por laminación con un grado de laminación menor que el
 20 grado de laminación crítico no se produce primero ningún crecimiento del grano o al menos ningún crecimiento apreciable del grano en la estructura. Únicamente al alcanzarse el grado de laminación crítico se provoca un crecimiento del grano en la estructura, alcanzándose el tamaño de grano máximo durante una conformación con el grado de laminación crítico. Si el
 25 grado de laminación es mayor que el grado de laminación crítico (grado de laminación poscrítico), se reduce entonces cada vez más el tamaño del grano al aumentar el grado de laminación. Se elige el grado de laminación de modo que se provoque un crecimiento del grano en la estructura, es decir que se elige al menos un grado de laminación crítico o bien un grado de laminación poscrítico, ajustándose definitivamente el tamaño del grano y, además,
 30 las propiedades magnéticas por medio del grado de laminación. Cuanto más pequeño se elija el grado de laminación tanto mayores granos se producen en la estructura y tanto mejores son las propiedades de magnetización, es decir, tanto más fácil y más rápidamente se puede magnetizar el material. Sin embargo, al aumentar el tamaño del grano se empeoran al mismo tiempo las propiedades mecánicas del material.

Por tanto, el tamaño del grano y las propiedades magnéticas y mecánicas ligadas al mismo pueden y deben ajustarse deliberadamente por medio del grado de laminación crítico o poscrítico y adaptarse a la respectiva finalidad de uso posterior del material de modo que pueda proporcionarse deliberadamente un anteprodueto adecuado para la respectiva finalidad de aplicación.

Las propiedades magnéticas dulces que se incorporan en el material al realizar el procedimiento hacen posible también una conversión posterior del anteprodueto por conformación, por ejemplo, por embutición profunda o doblado, en productos finales con propiedades magnéticas dulces especialmente buenas, sin que los productos finales tengan que someterse a un recocido especial subsiguiente. Se suprime así un complicado y caro tratamiento posterior de los distintos productos.

Mediante el procedimiento se pueden generar y proporcionar diferentes anteproduetos con propiedades magnéticas dulces especialmente buenas, por ejemplo, bandas, alambres o semiproduetos similares de metal que se convierten después en productos finales.

Se ha previsto preferiblemente que la pieza bruta sea una banda caliente de un acero ferrítico (o no aleado).

Se ha previsto preferiblemente que la pieza bruta se prelamine durante la prelaminación con un grado de conformación de 30-80%.

Un grado de laminación de este orden de magnitud es necesario, por ejemplo, al mecanizar una banda caliente de acero para que durante la laminación subsiguiente con un grado de laminación crítico o poscrítico pueda asegurarse una conformación del material en el rango crítico o poscrítico.

Una banda caliente de acero que deba mecanizarse según el procedimiento puede presentar un espesor de hasta 50 mm.

Siempre que se emplee otra pieza bruta u otro material, se adapta el grado de conformación al respectivo grado de laminación crítico o poscrítico específico del material.

En este caso, se ha previsto preferiblemente que el recocido de la pieza bruta prelamada se efectúe a una temperatura de 550°C – 700°C, estando previsto ventajosamente que el recocido se realice durante un tiempo de hasta 50 horas.

De este modo, se recrystaliza la estructura después de la prelaminación.

Asimismo, se ha previsto ventajosamente que el grado de laminación crítico o poscrítico esté comprendido entre 8 y 25%, ventajosamente entre 9 y 15%, estando previsto preferiblemente

que el recocido añadido a la laminación con el grado de laminación crítico o poscrítico se efectúe a una temperatura de hasta 710°C y que el recocido se realice durante un periodo de tiempo de hasta 80 horas.

5 Gracias a la prelaminación con un grado de laminación dentro los límites indicados y a un recocido subsiguiente se pueden ajustar los tamaños del grano de un material de acero no aleado de una manera variable y adaptada a la finalidad de empleo subsiguiente del anteprodueto. Según la selección del material, el grado de laminación crítico y así también el grado de laminación poscrítico se encuentran dentro del rango indicado y se pueden ajustar diferentes tamaños del grano en función de grado de laminación. En acero (aleado o no
10 aleado) se pueden ajustar tamaños del grano de ASTM 1 a 6, reduciéndose el tamaño del grano al aumentar el grado de conformación.

Siempre que se utilice otro material, se debe determinar su grado de laminación crítico o poscrítico específico del material y aplicarlo durante la laminación.

Se ha previsto preferiblemente que, antes de la prelaminación de la pieza bruta, se realice un
15 tratamiento térmico antepuesto, ventajosamente un recocido, estando previsto ventajosamente que el recocido antepuesto se efectúe a una temperatura comprendida entre 650 y 800°C y se realice preferiblemente durante un periodo de tiempo de hasta 60 horas.

El tratamiento térmico antepuesto, preferiblemente un recocido, sirve para preparar el material metálico de la pieza bruta con miras a su mecanización y para poner la estructura de la pieza
20 bruta en un estado de partida mejorado.

En piezas brutas de un material de acero ferrítico el tratamiento térmico antepuesto produce, por ejemplo, una variación del contenido de carbono. El carbono distribuido irregularmente en la estructura antes del tratamiento térmico se deposita en los límites del grano por efecto del tratamiento térmico.

25 Gracias al tratamiento térmico antepuesto se pueden mejorar adicionalmente las propiedades magnéticas dulces del anteprodueto y se puede proporcionar un anteprodueto de una calidad aún mejor.

Ventajosamente, se ha previsto que la pieza bruta se someta a una laminación de acabado antes de la terminación de su fabricación y después del tratamiento térmico subsiguiente,
30 estando previsto preferiblemente que la laminación de acabado se efectúe con un grado de conformación comprendido entre 0,1 y 2%.

De este modo, se pueden ajustar el espesor exacto del material, así como la condición plana y la calidad de la superficie.

En el dibujo se representa un ejemplo de realización del procedimiento según la invención que se describe seguidamente con más detalle.

5 Muestran:

La figura 1, un desarrollo esquemático del procedimiento; y

La figura 2, una representación tabular de las propiedades magnéticas y mecánicas de un acero no aleado después de la realización de procedimiento con diferentes grados de laminación.

10 La figura 1 muestra esquemáticamente el desarrollo de un procedimiento para fabricar un anteprodueto metálico magnético dulce con un comportamiento de magnetización especialmente bueno.

Con el procedimiento se fabrica un anteprodueto en forma de una banda fría de acero.

15 Como material de partida se fabrica o se proporciona para ello una pieza bruta metálica laminable de acero, concretamente un semiprodueto constituido preferiblemente por una banda caliente de un acero no aleado, presentando el material de la banda caliente propiedades isotropas.

20 Se prelamina primero la banda caliente, efectuándose la prelaminación hasta alcanzar un espesor intermedio. El grado de conformación durante la prelaminación está comprendido entre 30 y 80% y acomodado a un grado de laminación crítico o poscrítico que se debe ajustar durante la laminación posterior hasta alcanzar un espesor final de modo que, al laminar al espesor final, solamente sea necesaria todavía una pequeña conformación en el rango crítico o poscrítico del material con un pequeño grado de laminación. Por tanto, el grado de conformación durante la prelaminación hasta alcanzar el espesor intermedio depende del
25 grado de laminación crítico o poscrítico durante la laminación al espesor final.

La pieza bruta prelamada se somete seguidamente a un tratamiento térmico, realizándose preferiblemente un recocido a una temperatura comprendida entre 550 y 700°C durante un periodo de tiempo de hasta 50 horas.

30 Después del recocido se efectúa la laminación, laminándose la pieza bruta con el grado de laminación crítico o poscrítico hasta alcanzar su espesor final deseado y realizándose un recocido adicional añadido a la laminación a una temperatura de hasta 710°C y durante un periodo de tiempo de hasta 80 horas. Gracias a la laminación con el grado de laminación

crítico o poscrítico y al recocido subsiguiente se provoca un crecimiento del grano en la estructura metálica, con lo que se hace posible una magnetización y desmagnetización más fácil y más rápida del material.

La conformación tiene que efectuarse al menos con un grado de laminación crítico, ya que, en el caso de una conformación del material por laminación con un grado de laminación que sea menor que el grado de laminación crítico, no tiene lugar ningún crecimiento del grano en la estructura o al menos no se produce ningún crecimiento apreciable del grano. Únicamente en el caso de una deformación en la que se alcance el grado de laminación crítico se provoca un claro crecimiento del grano en la estructura, estando ajustado el crecimiento máximo del grano para una conformación con el grado de laminación crítico. Si el grado de laminación es mayor que el grado de laminación crítico (grado de laminación poscrítico), se reduce entonces nuevamente el tamaño del grano, haciéndose más pequeño el tamaño del grano al aumentar el grado de laminación poscrítico. Por tanto, se ajusta al menos un grado de laminación crítico o bien un grado de laminación poscrítico, pudiendo ajustarse definitivamente por medio del grado de laminación el tamaño del grano y, además, las propiedades magnéticas. El grado de laminación está comprendido en el ejemplo mostrado entre 11 y 25%. Los resultados logrados respecto de las propiedades magnéticas y mecánicas que se consiguen por conformación del material con tales grados de laminación se muestran en la tabla de la figura 2. Cuanto menor se elija el grado de laminación tanto mayores granos se obtienen y tanto mejores son las propiedades de magnetización, es decir, tanto más fácil y más rápidamente puede magnetizarse el material. Sin embargo, se empeoran al mismo tiempo las propiedades mecánicas del material al aumentar el tamaño del grano.

Por tanto, el tamaño del grano y las propiedades magnéticas y mecánicas ligadas al mismo se ajustan deliberadamente por medio del grado de laminación crítico o poscrítico y se adaptan a la respectiva finalidad de uso posterior del material de modo que pueda proporcionarse deliberadamente un anteprodueto para la respectiva finalidad de aplicación.

Las propiedades magnéticas dulces que se incorporan de esta manera en el material hacen posible también una conversión posterior del anteprodueto por conformación, por ejemplo, embutición profunda o doblado, en productos finales con propiedades magnéticas dulces especialmente buenas, sin que los productos finales tengan que someterse a un recocido especial subsiguiente. De este modo, se suprime un tratamiento posterior complicado y caro de los distintos productos.

Después de la laminación y el recocido subsiguiente se somete la pieza bruta a una laminación de acabado con un grado de conformación de, por ejemplo, 0,7%. Se ajustan así el espesor exacto del material, así como la condición plana y la calidad de la superficie.

5 Además, existe la posibilidad de alimentar primero la pieza bruta a un recocido antes de la prelaminación para preparar el material con miras a los pasos subsiguientes del procedimiento y poner la estructura en un estado de partida mejorado. Este recocido se realiza preferiblemente a una temperatura comprendida entre 650 y 800°C.

10 Gracias al recocido se produce una variación del contenido de carbono en la estructura. Antes del tratamiento térmico el carbono está distribuido irregularmente en la estructura y se deposita en los límites del grano por efecto del recocido. De este modo, el carbono no entorpece negativamente más tarde la magnetización del material y se pueden mejorar adicionalmente las propiedades magnéticas dulces del anteprodueto. Se puede proporcionar un anteprodueto de una calidad especialmente buena.

15 Después del tratamiento térmico antepuesto se realizan entonces los demás pasos del procedimiento.

20 Gracias al procedimiento es posible proporcionar un anteprodueto con propiedades magnéticas dulces especialmente buenas que pueden ajustarse de tal manera que se haga posible también una transformación subsiguiente del material, por ejemplo, en piezas de embutición profunda o en piezas troqueladas-dobladas con propiedades magnéticas dulces especialmente buenas, sin que los productos finales tengan que someterse seguidamente a un recocido especial o a un tratamiento térmico comparable.

La invención no queda limitada al ejemplo de realización, sino que puede variarse de múltiples maneras dentro del alcance de la divulgación.

25 Todas las características individuales y combinadas divulgadas en la descripción y/o en el dibujo se consideran esenciales para la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar un anteprodueto magnético dulce de metal con un comportamiento de magnetización especialmente bueno, preferiblemente una banda, un alambre o un semiproducto similar de metal, cuyo procedimiento presenta los pasos de trabajo
5 siguientes:
- fabricar o proporcionar una pieza bruta metálica laminable de un producto metálico,
 - prelaminar la pieza bruta metálica con un grado de conformación definido hasta alcanzar un espesor intermedio, estando acomodado el grado de conformación a un grado de laminación crítico o poscrítico que se debe mantener en la laminación subsiguiente,
 - 10 - tratar térmicamente la pieza bruta prelaminada, preferiblemente recocer la pieza bruta prelaminada,
 - laminar la pieza bruta con un grado de laminación crítico o poscrítico hasta alcanzar un espesor final y recocerla seguidamente para ajustar un tamaño de grano definido, y
 - terminar la fabricación del anteprodueto.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que la pieza bruta es una banda caliente de un acero ferrítico o no aleado.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que se prelamina la pieza bruta durante la prelamina con un grado de conformación de 30-80%.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** por que el
20 recocido de la pieza bruta prelaminada se efectúa a una temperatura de 550°C – 700°C.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** por que el recocido se realiza durante un tiempo de hasta 50 horas.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por que el grado de laminación crítico está comprendido entre 8 y 25%, preferiblemente entre 9 y 15%.
- 25 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que el recocido añadido a la laminación con el grado de laminación crítico se efectúa a una temperatura de hasta 710°C.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** por que el recocido se realiza durante un periodo de tiempo de hasta 80 horas.

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que, antes de la prelaminação de la pieza bruta, se realiza un tratamiento térmico antepuesto, preferiblemente un recocido.

5 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** por que el recocido antepuesto se efectúa a una temperatura comprendida entre 650 y 800°C.

11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado** por que el recocido antepuesto se realiza durante un periodo de tiempo de hasta 60 horas.

10 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** por que la pieza bruta se somete a una laminación de acabado antes de la terminación de su fabricación y después del tratamiento térmico subsiguiente.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** por que la laminación de acabado se efectúa con un grado de conformación comprendido entre 0,1 y 2%.

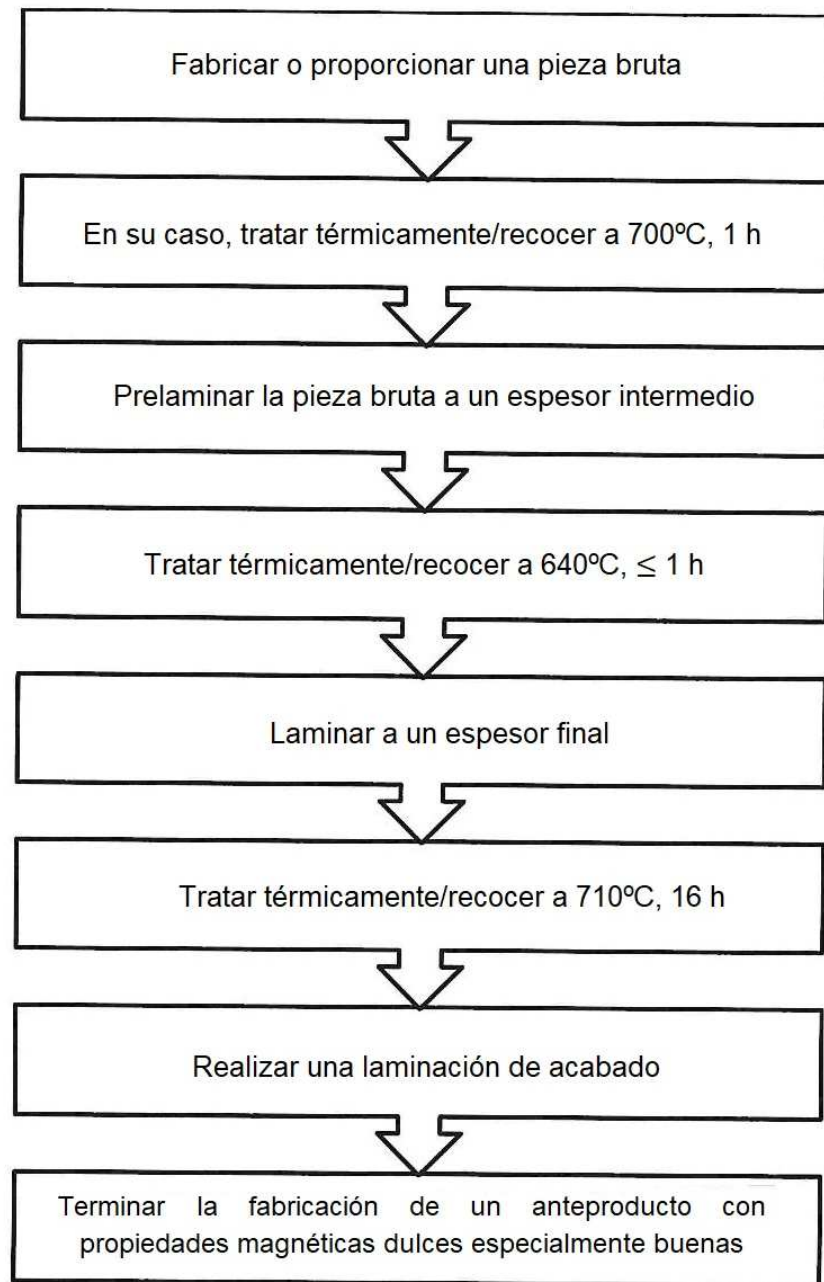


Fig. 1

Tabla 1 Mediciones de campo constante Hc, Br, Js, μ ; FÍSICA MAGNÉTICA

Banda caliente St 24 SA7 HOESCH-HOHENLIMBURG, Tab. 2017				
Grado de conformación antes del recocido 710°C 16 h		$\varepsilon \sim 11 \%$	$\varepsilon \sim 15 \%$	$\varepsilon \sim 20 \%$
				$\varepsilon \sim 25 \%$
Estado	A*	A*	A*	A*
Tamaño del grano	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM
Valores orientativos	1 - 2	3 - 4	4 - 5	5 - 6
Rp0,2 [MPa] máx.	140	150	180	200
Rm [MPa] máx.	300	300	310	310
A80 [%] mín.	30	32	34	36

Fig. 2



- ②① N.º solicitud: 202130208
②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.03.2021
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B21B3/02** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 101306434 A (SHOUGANG GENERAL CORP SHOUGANG CO LTD) 19/11/2008, BASE DE DATOS WPI en EPOQUE.	1-13
A	JP 2006274405 A (JFE STEEL KK) 12/10/2006, BASE DE DATOS WPI en EPOQUE.	1-13
A	JP 2001107145 A (KAWASAKI STEEL CO) 17/04/2001, BASE DE DATOS WPI en EPOQUE.	1-13
A	EP 2412831 A1 (NIPPON STEEL CORP NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP) 01/02/2012, todo el documento.	1-13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
10.11.2021

Examinador
J. A. Celemín Ortiz-Villajos

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B21B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC