

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 970**

51 Int. Cl.:

B29C 33/38 (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01)
C21D 7/13 (2006.01)
C21D 8/00 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)
C21D 1/25 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/40 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01)
C22C 38/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2014 E 14455006 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2875926**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de moldes de material sintético a partir de acero al cromo martensítico y molde de material sintético**

30 Prioridad:
21.11.2013 AT 507742013

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2018

73 Titular/es:
**VOESTALPINE BÖHLER EDELSTAHL GMBH & CO KG (100.0%)
Mariazeller Str. 25
8605 Kapfenberg , AT**

72 Inventor/es:
**PERKO, JOCHEN;
ZINNER, SILVIA y
ZUNKO, HORST**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 669 970 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 para la fabricación de moldes de material sintético a partir de acero al cromo martensítico y molde de material sintético

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de moldes de material sintéticos a partir de un acero al cromo martensítico.

Los moldes de material sintético experimentan en el proceso de producción una pluralidad de sollicitaciones, las cuales debe resistir el material en cada caso en el funcionamiento a largo plazo.

10 Predominantemente, estas sollicitaciones del material comprenden sollicitaciones químicas de corrosión, en particular a temperatura elevada mediante los materiales de moldeo de material sintético utilizados tales como PVC, sollicitaciones de desgaste de las superficies de trabajo del molde por parte de aditivos de materiales de moldeo que actúan de forma abrasiva, así como cargas alternativas que actúan a sacudidas en el marco de las inyecciones de producción respectivas.

Además, a menudo se requiere una elevada calidad de pulido de la superficie de trabajo del molde con el fin de alcanzar una superficie vistosa de los productos.

15 En medida creciente, a partir de piezas moldeadas conformadas y bonificadas térmicamente tales como varillas, bloques y similares se fabrican con arranque de virutas moldes de material sintético que presentan una precisión dimensional particularmente elevada. Este material previo debe presentar a lo largo de toda la sección transversal interna propiedades del material idénticas y una estructura homogénea similar, una elevada pureza del acero, así como debe tener parámetros del material mecánicos iguales.

20 Como material para moldes de material sintético con el perfil de requisitos anterior se utilizan actualmente, la mayoría de las veces, aceros al cromo martensíticos. Los moldes de material sintético se fabricaron múltiples veces también a partir de una aleación conforme al documento AT 407 647 y se emplean con éxito. No obstante, en ocasiones, los procedimientos de producción y las concentraciones presentes de los respectivos elementos de la aleación eran tales que no se alcanzaban todos los valores deseados del perfil de propiedades del acero al cromo anticorrosivo martensítico en toda su extensión durante cada uno de los acabados.

25 El documento US 2010/0276038 A1 da a conocer un acero al cromo martensítico con límites de concentración amplios en la composición. Mediante temperaturas de revenido de 200 a 400°C en el caso de una bonificación térmica se alcanzan elevados valores de tenacidad del material, determinados en muestras de flexión por impacto, con buenos valores de dureza. En el caso de temperaturas de revenido entre 530°C y 560°C, la tenacidad del material ha descendió a valores de dureza algo menores, pero la resistencia a la corrosión ha aumentado, sin embargo, esencialmente.

30 La invención se plantea entonces la misión de indicar un procedimiento para la fabricación de moldes de material sintético del tipo mencionado al comienzo, con el cual se alcancen de igual manera una elevada estabilidad frente a la corrosión, también a temperaturas elevadas, una elevada resistencia al desgaste de la superficie de trabajo conformadora, elevados valores mecánicos, en particular de la tenacidad para la minimización del inicio de grietas y para la seguridad del acabado, un elevado límite de fatiga y dureza, una máxima calidad de pulido y una microestructura del material fina, homogénea a lo largo de toda la sección transversal del molde.

Este problema se resuelve con un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Formas de realización preferidas se caracterizan en la reivindicación 2 y la reivindicación 3.

35 Las ventajas alcanzadas con la invención se han de considerar esencialmente en que un molde de material sintético fabricado conforme al procedimiento presenta en todo caso una estabilidad frente a la corrosión deseada, también a temperaturas elevadas, y una buena resistencia al desgaste, valores de propiedades mecánicas elevados, en particular tenacidad del material, y en el caso de una calidad máxima de pulido una fina microestructura uniforme a lo largo de la sección transversal.

40 Para alcanzar las propiedades de los materiales del molde de material sintético ventajosas anteriores, es importante la composición química del acero basándose, tal como se encontró, en la cinética de reacción de los elementos.

45 Carbono en estrechos límites con contenidos de 0,22 a 0,26% en peso y nitrógeno en el intervalo de concentraciones de 0,08 a 0,15% en peso son aquellos elementos que en última instancia determinan la dureza y la microestructura, pudiendo alcanzarse una formación ventajosa de carbonitruro. Contenidos en nitrógeno mayores que 0,15% en peso y, en particular, al mismo tiempo contenidos en carbono mayores que 0,26% en peso pueden formar con los elementos formadores de carburo y nitruro, carburos, nitruros o carbonitruros toscos en la estructura los cuales, por una parte, reducen la capacidad de pulido del acero, afectan negativamente a las propiedades mecánicas y, en particular, reducen la resistencia a la corrosión, dado que carburos mixtos con contenido en cromo toscos de la matriz extraen cromo en la zona de la superficie o bien reducen el contenido en cromo y, con ello, fomentan un ataque de la corrosión.

La actividad respectiva de los elementos formadores de carburo o bien carbonitruro, cromo, molibdeno, vanadio, wolframio, titanio, hafnio, zirconio, niobio y tántalo con su interacción en relación con el contenido en carbono y nitrógeno está determinada, tal como se encontró, en los intervalos indicados al tamaño, la forma y la 5 distribución de los productos de reacción deseados. En este caso, es esencial, sin embargo, que la suma de

5 Mo +W/2 = 0,11 a 0,20

Ti+Hf+Zr = trazas a 0,05

V+Nb+TA = 0,15 a 0,30

Nb+Ta = trazas a 0,04,

en cada caso en % peso.

10 Las fórmulas aditivas anteriores para algunos formadores de carburos tienen en cuenta, conforme a la invención, la cinética de reacción y la estructura cristalina de los carburos. (Los valores para Hf, Zr y Ta se calcularon a través de la entalpía de formación libre de los compuestos).

15 En el caso de una austenitización del material homogeneizado para un templado tiene lugar, bajo las condiciones de concentración anteriores, una amplia disolución de los compuestos de Cr-Mo-W y en gran parte de los compuestos de V con (C y N). Únicamente los carbonitruros mixtos más finos con vanadio y/o carbonitruros de Nb y/o Ta, que sólo en una mínima medida presentan una parte metálica a base de varios elementos, permanecen distribuidos de manera homogénea con un diámetro en el intervalo nanométrico en la matriz e impiden un crecimiento del grano en el caso de una temperatura de templado dada menor que 1050°C, lo cual actúa en última instancia de manera decisiva para una mejora de las propiedades mecánicas del molde de material sintético.

20 Con el fin de determinar en el caso de piezas base moldeadas una profundidad de dureza o bien templado completo suficiente en el caso de una bonificación térmica, están previstas concentraciones de manganeso con 0,15 a 0,60 y de níquel con 0,30 a 0,60, en cada caso en % en peso. Sin embargo, con el fin de controlar un efecto estabilizante austenítico de estos elementos, está previsto de manera limitada de acuerdo con la invención un contenido de (Mn+Ni) con 0,55 a 0,95% en peso.

25 Dado que, como se ha expuesto arriba, en la configuración de la estructura se impide un aumento de la tosquedad de las secreciones de carbonitruros, forzosamente no resulta un empobrecimiento perceptible de Cr en su superficie, lo cual impide igualmente un ataque de la corrosión cuando la aleación presenta un valor PRE(N) superior a 14,4 hasta aproximadamente 15,7. El valor PREN resulta de $(\%Cr+3,3x\%Mo+16x\%N)$.

30 Con el fin de reducir eventuales micro-segregaciones en la pieza fundida o bien fomentar una homogeneidad del material, es ventajoso llevar a cabo una deformación del lingote en bruto a una temperatura superior a 1050°C con un grado de conformación mayor que 2,5 veces. (El grado de conformación es el cociente de la sección transversal de partida, dividido por la sección transversal final).

35 En el caso de un templado del material caracterizado de acuerdo con la invención en su composición química, a lo largo de toda la sección transversal de la pieza base del molde o del molde ha de ajustarse una microestructura martensítica, de modo que ha de aplicarse un enfriamiento forzado de la austenita para la formación de martensita. Pequeñas velocidades de enfriamiento pueden determinar en los límites de los granos eventualmente también en pequeña medida una formación de una estructura perlítica o una estructura intermedia que empeora de manera decisiva los valores de tenacidad del material. Por lo tanto, de acuerdo con la invención se ha de realizar una velocidad de enfriamiento de la temperatura austenítica del acero con un valor A menor que 24. (El valor A resulta del tiempo de enfriamiento en segundos de 800°C a 500°C, dividido por 100).

40 Un revenido del molde bruto o bien molde templado requiere para la transformación completa de la austenita un calentamiento al menos doble de la pieza hasta una temperatura en el intervalo de 510 a 550°C, con el fin de ajustar una dureza del material en el intervalo de 48 a 52 HRC. De acuerdo con la invención, según ello la tenacidad del material asciende al menos a 60 J, medida con una prueba de flexión por impacto (según la norma ASTM, E23).

45 Formas de realización preferidas del procedimiento de acuerdo con la invención se caracterizan en las reivindicaciones 2 y 3.

Un material con la composición anterior induce, después de un tratamiento térmico del molde de material sintético, una dureza de 48 a 52 HRC con una tenacidad del material de al menos 60 J, medida en muestras de flexión por impacto conforme a la norma ASTM, E23.

50 En relación con la ductilidad del material del molde en estado listo para su uso, de acuerdo con la invención en el ensayo de tracción según la norma EN 10002-1, el alargamiento de rotura A es de al menos 5% y la contracción es de al menos 10%.

Estos valores mecánicos son valores mínimos que en todo caso son rebasados la mayoría de las veces, también en el caso de una situación desfavorable de la aleación. Se pueden alcanzar sin más valores de tenacidad de al menos 190 J en el caso de un alargamiento de rotura A de 10% y una contracción Z de al menos 40%.

5 En base a los resultados a partir de los trabajos de desarrollo se ha de explicar con mayor detalle en lo que sigue la invención.

De la Tabla 1 se confrontan aleaciones según el estado de la técnica y materiales de acuerdo con la invención.

La aleación 1 corresponde al acero AISI 420 o bien X42CM3, materiales que se emplean múltiples veces como molde en el caso de masas de prensado de ataque químico con aditivos de desgaste.

Como otra aleación 2 del estado de la técnica se ha examinado un material conforme al documento EP 1 052 304.

10 Al estado de la técnica pertenece también la aleación 3, que presenta una elevada capacidad de templado completo.

La aleación 4 y la aleación 5 son materiales micro-aleados producidos de acuerdo con la invención para moldes de material sintético.

Con ayuda de fotografías de la estructura se representa el efecto de los elementos de micro-aleación V y Nb añadidos según el procedimiento de acuerdo con la invención.

15 La Fig. 1 y la Fig. 2 muestran la estructura de la aleación 2 con grano grueso (ASTM 5) y zonas de perlita o intermedias en los límites de los granos que empeoran en gran medida las propiedades mecánicas del material.

Por el contrario, las Fig. 3 y Fig. 4 muestran la micro-estructura fina con un tamaño de grano según ASTM de 8 a 10 de las aleaciones 4 y 5 producidas según el procedimiento de acuerdo con la invención.

20 El trabajo de flexión por impacto en muestras sin entalladura del material depende de la temperatura de austenitización, de la velocidad de enfriamiento y de las condiciones de revenido.

Para diferenciación de la aleación 2 y de la aleación 5 según la invención se eligieron las mismas condiciones de bonificación.

En la Fig. 5 se confrontan los resultados de medición de las aleaciones investigadas, determinándose claramente una mejora de la tenacidad del material con una temperatura de temple decreciente.

25 Una comparación del alargamiento de rotura y de la contracción a la rotura en el ensayo de tracción de la aleación 2 y de la aleación 4 producida según el procedimiento de acuerdo con la invención la muestra la Fig. 6.

En el caso del templado de las muestras tuvo lugar un enfriamiento en una magnitud de $A = 20,30$.

Los valores menores de la aleación 2 se han de atribuir a una formación de fases de perlita en los límites de los granos, tal como se desprende en particular de la Fig. 2.

30 Por la expresión utilizada en particular en las reivindicaciones "trazas a ..." se entiende también que el respectivo elemento no está prácticamente presente o bien que esta expresión puede reemplazarse por "0 a ...".

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de moldes de material sintético con en cada caso una elevada capacidad de carga mecánica y química de la corrosión, así como calidad de pulido, en el que se prepara un lingote de acero con una composición en % en peso de:

- 5 C = 0,22 a 0,26
Si = 0,01 a 0,35
Mn = 0,15 a 0,60
P = máx. 0,025
S = máx. 0,003
- 10 Cr = 12,00 a 14,00
Mo = 0,10 a 0,18
Ni = 0,30 a 0,60
V = 0,15 a 0,25
W = trazas a 0,20
- 15 Cu = trazas a 0,30
Co = trazas a 0,20
Ti = trazas a 0,02
Hf = trazas a 0,02
Zr = trazas a 0,02
- 20 Al = 0,002 a 0,02
Nb = trazas a 0,04
B = trazas a 0,001
N = 0,08 a 0,15
Ta = trazas a 0,04
- 25 As = trazas a 0,005,
con la condición de que:
Mn + Ni = 0,55 a 0,95
Mo + W/2 = 0,11 a 0,20
Ti + Hf + Zr = trazas a 0,05
- 30 V + Nb + Ta = 0,15 a 0,30
Nb + Ta = trazas a 0,04
Fe y elementos de impurificación = resto y
- 35 con un valor (PREN) para la estabilidad frente a la corrosión formada a partir de % Cr + (3,3x%Mo) +(16x%N) superior a 14,5 hasta 15,7, y se deforma de forma primaria a una temperatura mayor que 1050°C con un grado de deformación mayor que 2,5 veces, tras lo cual, eventualmente tras un enfriamiento intermedio, a partir de una pieza en bruto a una temperatura menor que 1050°C tiene lugar un acabado de al menos una pieza base del molde, a partir de la cual, eventualmente después de un tratamiento con arranque de virutas, se produce un molde de material sintético y éste o la pieza base del molde se austenitiza y se templea con una velocidad de enfriamiento con un valor (A), formado a partir del tiempo de enfriamiento de 800°C a 500°C en segundos, dividido por 100, menor que 24, tras lo cual tiene lugar un tratamiento de revenido al menos doble a una temperatura en el intervalo de 510 a 550°C, en el que se forman una dureza del material de 48 a 52 HRC y una tenacidad del mismo, medida en
- 40

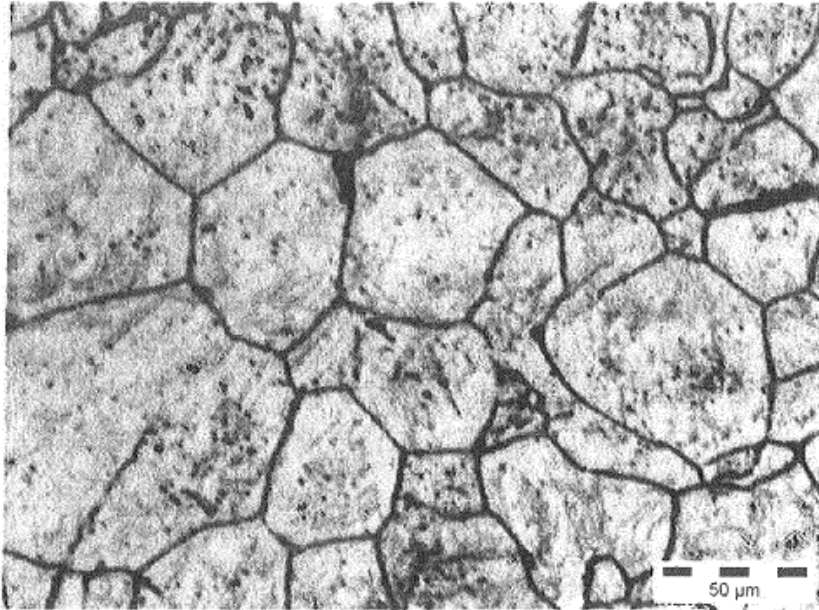
ES 2 669 970 T3

muestras de flexión por impacto conforme a la norma ASTM, E23, de al menos 60 J, tras lo cual, en última instancia, tiene lugar un tratamiento final con arranque de virutas y, si está previsto, un pulido del molde de material sintético.

2. Procedimiento para la fabricación de moldes de material sintético según la reivindicación 1, en el que un lingote de acero presenta una composición en % en peso de :

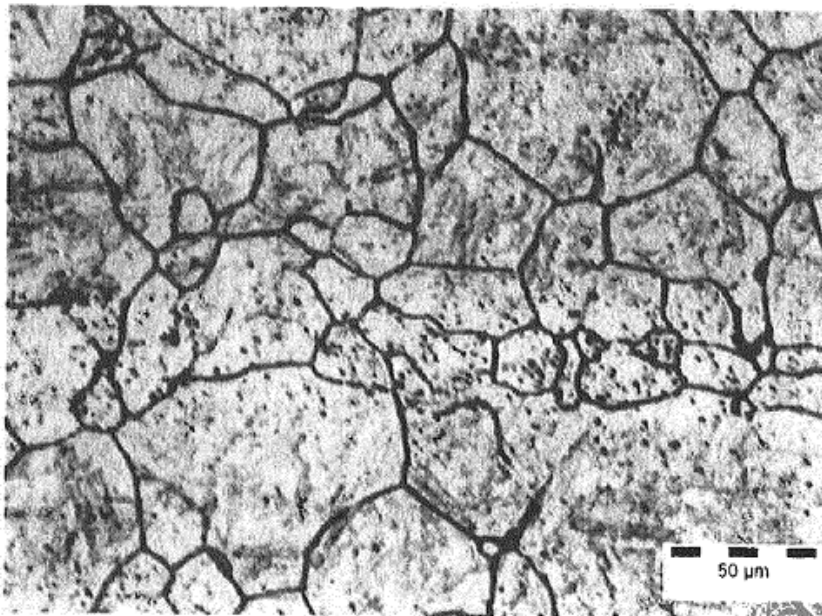
- 5 C = 0,23 a 0,25
Si = 0,20 a 0,30
Mn = 0,32 a menos de 0,5
P = máx. 0,022
S = máx. 0,0008
- 10 Cr = 13,00 a 13,60
Mo = 0,12 a 0,16
Ni = 0,38 a 0,48
V = 0,18 a 0,21
W = trazas a 0,20
- 15 Cu = trazas a 0,30
Co = trazas a 0,20
Ti = trazas a 0,008
Hf = trazas a 0,02
Zr = trazas a 0,02
- 20 Al = 0,006 a 0,018
Nb = trazas a 0,03
B = trazas a 0,001
N = 0,10 a 0,13
Ta = trazas a 0,04
- 25 As = trazas a 0,005,
con la condición de que:
Mn + Ni = 0,50 a 0,9
Mo + W/2 = 0,14 a 0,18
Ti + Hf + Zr = trazas a 0,006
- 30 V + Nb + Ta = 0,18 a 0,25
Nb + Ta = 0,005 a 0,03
Fe y elementos de impurificación = resto.

3. Procedimiento para la fabricación de moldes de material sintético según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que tras el tratamiento con arranque de virutas del molde de material sintético se austenitiza a una temperatura de 965 a 995°C y se temple con una velocidad de enfriamiento con un valor (A), formado a partir del tiempo de enfriamiento de 800°C a 500°C en segundos, dividido por 100, de 20 o menor, tras lo cual tiene lugar un tratamiento de revenido, en el que se forma una dureza del material mayor que 48 HRC, pero menor que 50 HRC (< 50 HRC) y una tenacidad del mismo de al menos 190 J.
- 35



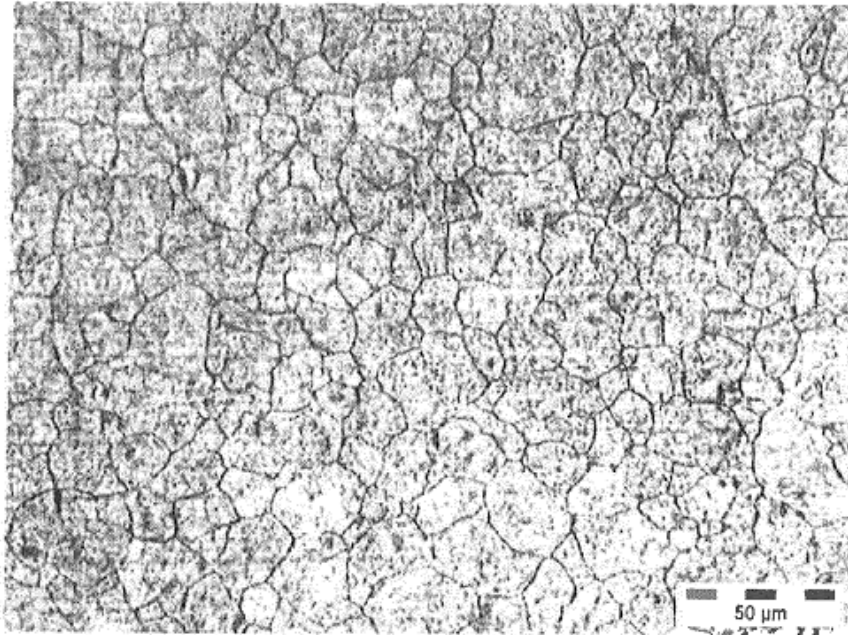
Aleación 2 (ASTM tamaño de grano 5)

Fig. 1



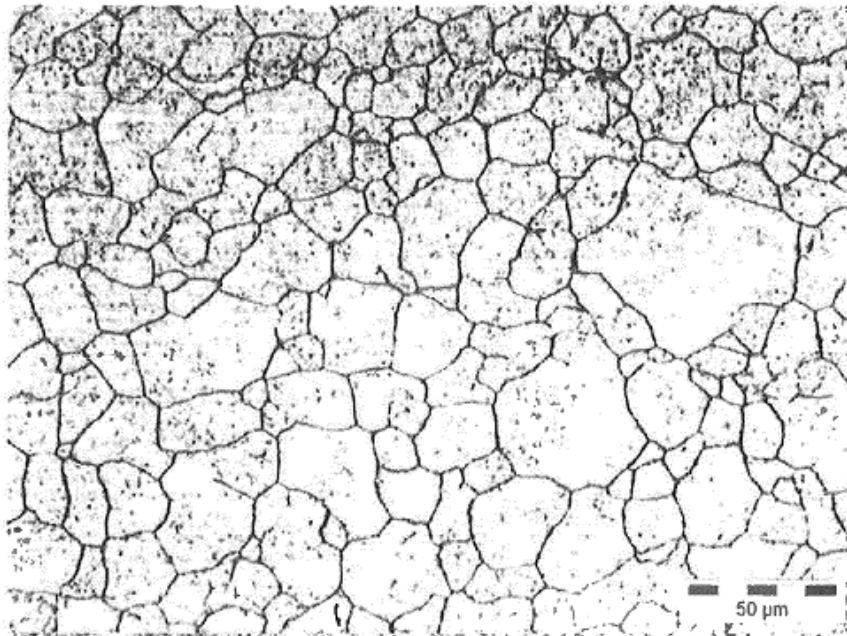
Aleación 2

Fig. 2



Aleación 4 (ASTM tamaño de grano 8-10)

Fig. 3



Aleación 5

Fig. 4

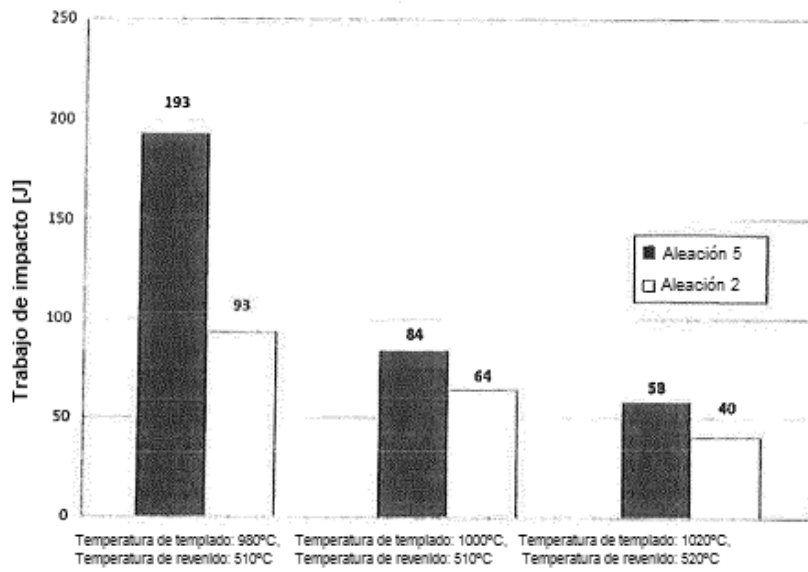


Fig. 5

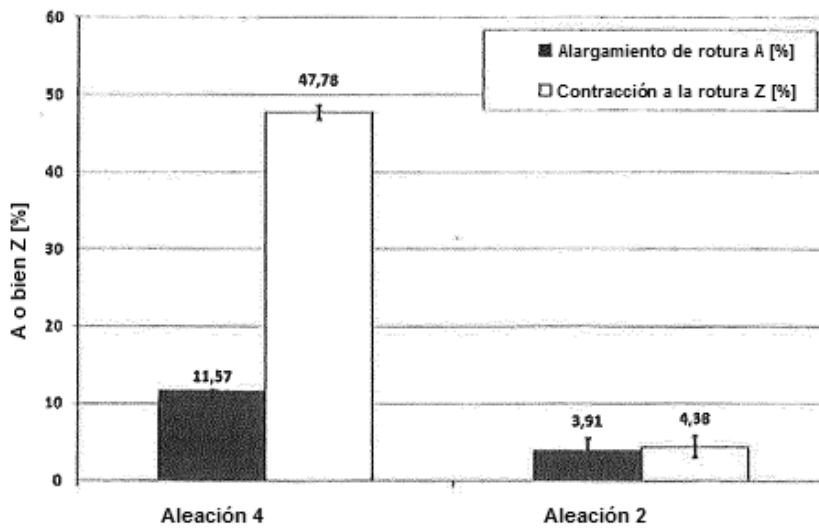


Fig. 6