

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 123**

51 Int. Cl.:

**C22C 38/28** (2006.01)

**C22C 38/32** (2006.01)

**C22C 38/34** (2006.01)

**C22C 38/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012 E 12198668 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2617855**

54 Título: **Acero de baja aleación y elementos constructivos producidos con el mismo**

30 Prioridad:

**19.01.2012 DE 102012100447**

**30.11.2012 DE 102012111679**

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

**18.04.2017**

73 Titular/es:

**GESENKSCHMIEDE SCHNEIDER GMBH (100.0%)  
Ulmer Strasse 112  
73431 Aalen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMITZ, ERNST-PETER;  
SCHWARZ, OTTMAR;  
KÖRNER, THOMAS y  
KOLBE, PETER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 609 123 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

Acero de baja aleación y elementos constructivos producidos con el mismo

La invención se refiere a un acero de baja aleación con excelente procesabilidad, resistencia al cascarillado y a elementos constructivos producidos a partir del mismo.

En particular, se refiere a acero para piezas conformadas, que proporciona piezas conformadas con una resistencia al cascarillado adecuada, y a elementos constructivos producidos a partir del mismo.

Se denominan aceros de baja aleación aquellos en los que ningún elemento de aleación supera un contenido medio del 5 por ciento en masa.

La denominación de las aleaciones de acero tiene lugar según las siguientes reglas:

En primer lugar se indica el contenido en carbono en porcentaje en masa por 100, seguido de los símbolos de los elementos químicos de los elementos de aleación en el orden decreciente de porcentajes en masa y, al final, en el mismo orden, separado por guiones, el porcentaje en masa de los elementos de aleación expuestos previamente, que se multiplican por los siguientes factores, dando números enteros mayores:

X 1000: B  
 X 100: C, N, P, S, Ce  
 X 10: Al, Cu, Mo, Ti, V, Be, Ta, Zr, Nb, Pb  
 X 4: Cr, Co, Mn, Ni, Si, W

Los aceros con un contenido en carbono especialmente bajo se usaron ampliamente en tiempos más recientes para piezas conformadas, en particular para vehículos, construcción de máquinas, construcción de motores de gran potencia, etc. etc., ya que los aceros presentan una excelente procesabilidad. Las piezas brutas para forjado se obtienen habitualmente mediante descarbonización de acero fundido, que se produjo mediante un convertidor, etc., usándose, por ejemplo, un procedimiento de desgasificación a vacío, tal como el procedimiento RH, para reducir la concentración de carbono hasta una concentración de carbono especialmente baja. Después tiene lugar, en la mayoría de los casos, una colada continua. Para aplicaciones de conformado se usó con frecuencia como acero de baja aleación 42CrMo4 IM o 43CrMo4.

El acero de silicio de distinta composición se conoce por el documento GB 2173216A. El documento EP1961832A1 y el documento US 5846344A divulgan aceros de alta elasticidad con un contenido en carbono de hasta el 0,6%; y Si hasta el 2,5 % y dado el caso, por ejemplo B – no obstante, usan caros elementos especiales tales como Mn, Nb y V, para obtener la elasticidad deseada.

El acero 42CrMoS4 IM conocido tiene una composición de

Composición química (% en peso)	Mín	Máx
C	0,38	0,45
Si		0,40
Mn	0,70	0,90
P		0,035
S		0,035
Cr	0,90	1,20
Mo	0,15	0,30

El acero 42CrMo4 IM tiene en estado curado y revenido, una resistencia a la tracción de 900 a aproximadamente 1200 MPa, un límite elástico Re MPa de al menos 650 MPa. Las ventajas de este acero son:

Las inclusiones son menos abrasivas, actúan como un lubricante y barrera en puntos de contacto de herramienta/pieza de trabajo. La comparación con la clase estándar de los acero IM, da como resultado ya

- una mecanizabilidad con arranque de virutas mejorada con costes de mecanizado reducidos
- periodos de servicio hasta un 30% más largos para una determinada velocidad de corte
- velocidades de corte hasta un 20% mayores para un determinado periodo de servicio

Los constituyentes de aleación empleados en la aleación conocida del acero tienen, entre otros, los siguientes efectos

## Carbono

5 El carbono reduce el punto de fusión y aumenta, a través de la formación de Fe<sub>3</sub>C, la dureza y la resistencia a la tracción. En mayores cantidades, aumentaba la fragilidad y reducía la forjabilidad, capacidad de soldadura, alargamiento de rotura y resistencia al choque con probeta entallada. En particular se reduce la conformabilidad cuando este se añade en una gran cantidad. Por tanto, para ello, la adición debe ser baja.

## Cromo

10 El cromo reduce la velocidad de enfriamiento crítica, aumenta la resistencia al desgaste, resistencia al calor, resistencia al cascarillado. La resistencia a la tracción se aumenta, dado que el cromo actúa como formador de carburo. A partir del 12,2 % en peso aumenta la resistencia a la corrosión (acero fino), actúa como estabilizador de ferrita. Lamentablemente reduce la energía absorbida durante el choque y la capacidad de soldadura, reduce la conductividad térmica y eléctrica. Con adiciones de cromo se consiguen los mejores resultados de cementación o templado completo.

## Molibdeno

20 Mejora la templabilidad, resistencia a la tracción y capacidad de soldadura. Lamentablemente reduce la dilatabilidad y forjabilidad. El molibdeno aumenta así mismo la capacidad de cementación y se complementa ventajosamente con el cromo. Además, el Mo mejora la resistencia al calor así como la resistencia al revenido, una propiedad que es especialmente importante durante el bonificado.

## Azufre

25 El azufre aumenta la mecanizabilidad con arranque de virutas, pero reduce la ductilidad y con ello la forjabilidad de la aleación de hierro.

30 El acero conocido 42CrMo4 se usa ampliamente. Con las propiedades descritas, son adecuados los materiales para alta y la más alta capacidad de carga dinámica y estática. Su aplicación resulta de los valores de resistencia y tenacidad requeridos, debiendo tenerse en cuenta, en cambio, siempre las dimensiones de los elementos constructivos. La mecanizabilidad mecánica de estos aceros, en particular en procesos de conformado en caliente y en frío es excelente y se emplean por lo tanto ampliamente en la construcción de vehículos, construcción de máquinas, construcción de motores de gran potencia, etc. Para determinadas aplicaciones, en cambio, no son suficientemente resistentes al cascarillado (partes sometidas a alta carga térmica) y no tienen una resistencia suficiente para elementos constructivos ligeros de acero.

40 Debido a la legislación ambiental más estricta, sobre todo en los Estados Unidos, para la reducción de las sustancias nocivas en el gas de escape, debían aumentarse las presiones y, con ello, también las temperaturas en la cámara de combustión de los motores diésel.

Entre las más recientes condiciones estrictas para pistones Ferrotherm, en la cámara de combustión las temperaturas debían ser de hasta 500 °C y en el lado interno del pistón incluso algo menores.

45 Por los aumentos de carga requeridos, la aleación de aluminio usada hasta el momento con frecuencia para automóviles, está cada vez menos cubierta. Como solución, se ofreció en este caso una solución de dos partes, que se compone de una parte superior de pistón altamente cargable y la camisa del pistón. Como material estándar para la parte superior del pistón se selecciona con frecuencia también el material 42CrMo4 en una realización bonificada. La resistencia de estos elementos constructivos asciende a entre 870 y 1 080 MPa. También la resistencia al calor, resistencia a cargas alternantes, capacidad de sollicitación por choque de temperatura y resistencia a la oxidación de este acero para bonificar son justo suficientes para las presentes condiciones.

55 Debido a la resistencia al cascarillado mejorable para las nuevas aplicaciones y los elevados precios de estos aceros convencionales, que se deben en particular a la adición de Mo, se intenta crear un acero con mejores propiedades mecánicas.

Hasta el momento se partía de que:

60 hasta 400 °C: uso de aceros no aleados y aleados con manganeso posible  
hasta 550 °C: uso de aceros aleados con Mo(-V)  
hasta 600 °C: uso de aceros resistentes al cascarillado, altamente aleados con Cr  
> 600 °C: uso de aceros de Cr-Ni austeníticos, altamente aleados – los aceros altamente aleados son, no obstante, caros.

65 Como acero resistente al cascarillado y resistente a altas temperaturas se usaban por lo tanto solamente aceros altamente aleados con los costes correspondientemente elevados para los elementos de aleación.

## ES 2 609 123 T3

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es mejorar la resistencia al cascarillado de aceros de baja aleación para partes de acero que pueden someterse a altas cargas térmicas.

5 El objetivo se consigue mediante un acero con las características de la reivindicación 1 así como elementos constructivos producidos a partir de la misma de acuerdo con la reivindicación 2 y 3.

La invención se refiere en consecuencia a un acero de baja aleación con la composición de la reivindicación 1.

10 Los aceros de acuerdo con la invención contienen al menos el 92,00 % en peso de hierro, preferentemente al menos el 96,00 % en peso de hierro. Es favorable cuando las impurezas y elementos inevitables se encuentran, en cada caso, en concentraciones inferiores al 0,10 % en peso, preferentemente por debajo del 0,05 % en peso.

15 Una aplicación típica es para elementos constructivos, en particular componentes de máquinas, con una resistencia a la tracción de > 950 - 1250 [MPa], un límite elástico de >700 hasta aproximadamente 770 [MPa]; un alargamiento de rotura > 10% y una resistencia al cascarillado de aproximadamente 600°C a aproximadamente 650°C y más. Los elementos constructivos típicos de este tipo son componentes de máquinas, seleccionados del grupo que consiste en pistones, también para motores de combustión, cigüeñales, bielas, partes de dirección, partes de válvula, partes de correas de transmisión en particular para partes calientes; pero también elementos constructivos de vehículos; partes de sujeción para zonas resistentes al calor, partes de turbinas a vapor, partes de cámara de combustión para quemadores de gas o aceite; instalaciones de gas de escape y sus partes. Las propiedades de los aceros de acuerdo con la invención frente a los aceros conocidos son

	42CrMo4	42TBSi
Resistencia a la tracción (MPa)	> 900 -1100	1000-1200
Límite elástico (MPa)	> 650	>750
Alargamiento de rotura	> 12 %	> 10%
Resistencia al cascarillado	hasta aproximadamente 550°C	hasta aproximadamente 650°C
Tratamiento térmico	QT	QT
Mecanizabilidad:	buena	buena
Comportamiento de soldadura a fricción:	buena	
Análisis	DIN EN 10083	DIN EN 10083 plus

25 Los costes para el acero de acuerdo con la invención son, debido a la adición de Si, aproximadamente iguales a los de 42CrMo4, apareciendo en cambio al mismo tiempo un aumento considerable de la resistencia al cascarillado en 100 - 150°C y más y límite elástico. El límite elástico aumenta en aproximadamente 100 MPa en los aceros de acuerdo con la invención, acompañado de una ligera reducción del alargamiento de rotura. El mecanizado no se modifica y puede llevarse a cabo con las herramientas y procedimientos habituales.

30 Un acero de acuerdo con la invención típico tiene una composición de:

Composición química (% en peso)	Mín	Máx
C	0,38	0,45
Cr	0,9	1,2
Mo	0	0,3
Mn	0,6	0,9
Ti	0,04	0,04
Si	4	4
B	0,005	0,005

35 Representantes típicos de este grupo son aceros tales como 42TBSi Los constituyentes de aleación recién introducidos tienen los siguientes efectos:

### Silicio

40 Aumenta la resistencia al cascarillado, es un endurecedor de solución sólida e impide la formación de carburo. Hace muy fluida a la masa fundida durante la producción del acero y actúa también como agente reductor. Por último, aumenta la resistencia a la tracción, el límite elástico y la resistencia al cascarillado y actúa como estabilizador de ferrita. Una adición demasiado elevada reduce la conformabilidad de la aleación.

### Titanio

45 El titanio impide, en las aleaciones de hierro, la corrosión intercrystalina mediante formación de TiC. El fuerte formador de nitruro (titanio) sirve, entre otras cosas, para la protección del boro mediante reacción con nitrógeno. Por ejemplo, aparece entonces, cuando el nitrógeno está fijado con titanio, una templabilidad satisfactoria en el intervalo de temperatura hasta 1000 °C, cuando el acero contiene aproximadamente 5-20 ppm de boro. El Ti se usa para la desoxidación del acero y para la fijación de C y N como TiC o TiN. El contenido en Ti debe ascender, por lo

tanto al menos al 0,02%. Dado que, sin embargo, el efecto de la adición de Ti está satisfecho cuando el contenido en Ti asciende a por encima del 0,08%, el límite superior del contenido en Ti se define como el 0,08%.

### Boro

5 El boro aumenta el límite elástico y la resistencia del acero, incluso en el caso de la adición en las más pequeñas cantidades. Actúa a este respecto también como absorbedor de neutrones y hace al acero adecuado para aplicaciones de centrales nucleares y similares. La adición de boro en una cantidad de hasta el 0,01% a los aceros austeníticos mejora también su alta resistencia a la temperatura. Los aceros de boro son aceros conformados en frío  
10 valiosos. El efecto básico del boro en el acero se muestra en la mejora de la templabilidad, lo que repercute ya a una concentración muy baja del 0,0010% de boro. También en la baja cantidad hasta 100 ppm, el boro aumenta la templabilidad más que otros elementos más caros, que deben emplearse en cantidades mucho mayores.

15 Una característica destacada de los aceros de boro es la mejora de la templabilidad mediante la adición de cantidades de boro incluso diminutas entre 3 y 15 ppm.

La cantidad de boro es crítica, puesto que una cantidad excesiva de boro (> 30 ppm) puede reducir la tenacidad, y llevar a fragilidad y fragilidad en caliente. La influencia de boro sobre la templabilidad depende también de la cantidad de carbono en el acero, aumentando el efecto del boro de manera proporcionalmente inversa con respecto al porcentaje del carbono presente.  
20

El boro puede también ser ineficaz, cuando su estado se modifica mediante un tratamiento defectuoso. Por ejemplo, debe evitarse una alta temperatura de austenitización así como intervalos de temperatura en los que aparecen determinados precipitados de boro.  
25

En general, la templabilidad del acero puede atribuirse en gran medida al comportamiento del oxígeno, carbono y nitrógeno en el acero. El boro reacciona con el oxígeno para dar bromuro ( $B_2O_3$ ); con carbono para dar borocementita de hierro ( $Fe_3(GB)$ ) y borocarburo de hierro ( $Fe_{23}(CB)_6$ ) y con nitrógeno para dar nitruro de boro (BN). Una pérdida de boro puede tener lugar mediante oxígeno. La templabilidad del acero de boro está también estrechamente relacionada con las condiciones austeníticas y cae por regla general mediante calentamiento por encima de 1000°C. Los aceros de boro deben templarse también a una temperatura más baja que otros aceros aleados de igual templabilidad.  
30

Los aceros de acuerdo con la invención se emplean para muchas aplicaciones, tal como material resistente al desgaste y como acero de alta resistencia. Ejemplos de ello son herramientas de troquelar, palas, cuchillas, hojas de sierra, soportes de seguridad en vehículos, etc.  
35

Los aceros están indicados cuando la masa de base satisface los requisitos mecánicos (tenacidad, resistencia al desgaste, etc.), pero la templabilidad no es suficiente para la sección prevista. En lugar del requisito de un acero altamente aleado y por lo tanto caro, un usuario puede emplear cantidades de boro correspondientes, mediante lo cual se consigue una templabilidad adecuada.  
40

Ventajas especiales de los aceros de acuerdo con la invención son una buena conformabilidad en frío, periodos de servicio de herramienta prolongados para las herramientas producidas a partir de los mismos, una capacidad de soldadura mejorada debido a los bajos equivalentes de carbono, bajas temperaturas de revenido. De esta manera resultan ahorros de energía y buenas durezas de uso. A continuación se explica en detalle la invención de forma más precisa por medio del dibujo así como de ejemplos de realización, a los que esta no se limitará sin embargo en ningún caso. A este respecto muestra:  
45

50 la Figura 1: una sección pulida de dos muestras que se habían recocido en un horno respectivamente durante 5 h a 700°C con una atmósfera de oxígeno regulada;

la Figura 2: una sección pulida de dos muestras de acero que se habían recocido en un horno respectivamente durante 5 h a 750°C con una atmósfera de oxígeno regulada; y  
55

la Figura 3 una representación de la resistencia al choque con probeta entallada, resistencia a la tracción, constricción de muestras de acero frente al contenido en silicio de distintas aleaciones de 42CrMo4, que se habían templado a distintas temperaturas.  
60

### Ejemplo de realización 2

Un tocho de acero colado de 42TBSi se forma en un procedimiento de forjado a 1150°C para dar un pistón. Este pistón así producido se emplea de manera habitual como cámara de combustión para un motor de gas. Después de una duración de combustión de varios meses no se mostró en la zona de combustión/inflamación ninguna oxidación de la superficie de acero del pistón. Un pistón idéntico, producido a partir de 42CrMoS4 presentaba por consiguiente ya después del 70% de este tiempo transcurrido, trazas de oxidación claras.  
65

Ejemplo de realización 3

Se transfirió un tocho de acero forjado de 42CrMo4 convencional (muestra 4) así como un tocho de acero del acero de acuerdo con la invención (42CrMo4+ 4% de Si +0,04% en peso de Ti; y 0,005 % en peso de B) (muestra 6) a un horno de circulación de aire eléctrico y se recoció a 700°C durante 5 h en el horno. La atmósfera de circulación regulada con aire normal en el aire proporcionó un porcentaje de oxígeno siempre igual. Dos muestras adicionales de 42CrMo4 convencional (muestra 4) y el acero de acuerdo con la invención (muestra 6) se recoció en el mismo horno en las mismas condiciones, pero a 750°C, durante 5 h. Los tochos de acero medidos proceden en cada caso de bloques colados, forjados, que se forjaron hasta 45 mm de diámetro. Se aprecia claramente en la Figura 1, que muestra en la parte superior una sección pulida del acero 42CrMo4 después del tratamiento de recocido a 700°C y en la parte de abajo una sección pulida mediante la aleación de acero de acuerdo con la invención recocida en las mismas condiciones, que la capa de cascarillado en el acero de Si de acuerdo con la invención es considerablemente más delgada (8 micrómetros frente a 30 micrómetros), que en el caso del acero de 42CrMo4 convencional sin adición de silicio – el material de acero de Si de acuerdo con la invención se cascarilla por lo tanto claramente más lentamente/menos.

La Figura 2 muestra los mismos tochos de acero con un tratamiento de recocido de 5 h en el mismo horno de circulación con 750 °C, siendo la muestra superior del acero 42CrMo4 y habiendo formado una capa de cascarillado gruesa con respecto al tratamiento a 700°C de como máximo 44 micrómetros, mientras que el acero de acuerdo con la invención muestra una capa de cascarillado delgada de como máximo 5 micrómetros.

De esto puede deducirse que el acero de silicio de acuerdo con la invención se ve considerablemente menos atacado de manera oxidativa a temperaturas elevadas por el oxígeno, que el acero CrMo4 de baja aleación convencional. Los aceros de acuerdo con la invención alcanzan por lo tanto una resistencia al cascarillado que, hasta el momento, solo podía conseguirse con aditivos caros.

En la Figura 3 está representada gráficamente una compilación de las propiedades aceros 42CrMo4 con adición como aleación de silicio de hasta aproximadamente el 4% en función del contenido en silicio y la temperatura del envejecimiento térmico. En las abscisas está indicado en contenido en Si en % en peso de una aleación de base 42CrMo4, mientras que en las ordenadas izquierdas está indicada la resistencia a la tracción UTS en MPa. En las ordenadas derechas está indicada la resistencia al choque con probeta entallada (KU). Se muestran curvas para la constricción RoFA (%) para el acero de acuerdo con la invención – una vez con un bajo contenido en Si y una vez con un alto contenido en Si. A partir de esto puede verse que la constricción y la resistencia al choque con probeta entallada disminuyen, mientras que los valores de resistencia a la tracción aumentan. La resistencia al choque con probeta entallada disminuye fuertemente a partir de contenidos en Si de más del 2,5 % en peso. Las propiedades dependen también de la temperatura de revenido (low Tempering/high Tempering). La alta temperatura de revenido a aproximadamente el 0,5 % en peso de Si ascendió a 680°C mientras que la baja temperatura de revenido ascendió a 630 °C. En el caso de una adición de aproximadamente 2,5 Si, la alta temperatura de revenido era de 730°C y la baja temperatura de revenido 680°C. Se aprecia claramente que con un contenido en Si creciente - también en función de la temperatura de revenido – aumenta la resistencia a la tracción, mientras que la constricción y la resistencia al choque con probeta entallada disminuyen. Una temperatura de revenido más alta empeora la resistencia al choque con probeta entallada y la constricción RoFa; mientras que la constricción RoFa en el caso de un contenido en silicio bajo para acero revenido a temperatura más alta es más alta que en el caso de acero menos revenido – esta relación de la RoFa de acero revenido con baja temperatura frente al RoFa de acero revenido con mayor temperatura se invierte con un contenido en Si creciente; mientras que la resistencia al choque con probeta entallada con un mayor contenido en silicio casi es independiente de la temperatura de revenido. La resistencia a la tracción aumenta con la temperatura de revenido creciente y el contenido en Si creciente.

La invención se refiere por lo tanto también a componentes de máquina o elementos constructivos con una resistencia a la tracción de 1000 [MPa] y más para cargas mecánicas alternante hasta una temperatura de 630°C, formados a partir de una aleación de acero bonificado térmicamente de acuerdo con la invención. En particular, la invención se refiere también a componentes de motor y/o transmisión de vehículos.

También otros componentes de máquina con sollicitación mecánica y térmica alternante se cargan en la técnica moderna cada vez más, hasta los límites de la resistencia del material respectiva. En particular esto es aplicable para motores porque las reducciones de peso conseguidas con ello también pueden aprovecharse para ahorrar combustible y similares. De los materiales de los que están formados estos componentes, se exigen en el estado bonificado térmicamente, altos valores para el perfil de propiedades tenacidad, resistencia y ductilidad, porque estos valores de propiedades son de importancia decisiva para una interpretación dimensional de las partes. Fundamentado en el fallo de piezas en el funcionamiento a largo plazo, tal como era evidente, ha detenerse en cuenta también las propiedades de la fatiga del material, para conseguir una alta seguridad de funcionamiento.

Para partes con una carga alterna mecánica, significativa, en el sector ferroviario, del automóvil y aeronáutico, se usan ahora de manera ventajosa los aceros de bonificación de baja aleación de acuerdo con la invención. Un uso de aleaciones de acero con una composición correspondiente a la de aceros de bonificación del tipo mencionado anteriormente ha dado buen resultado para una producción de componentes de máquina altamente solicitados,

siendo sus propiedades de fatiga así como resistencia térmica suficientes para una carga alterna mecánica en el intervalo de valores límite de los materiales empleados. La descripción de la invención es únicamente a modo de ejemplo y variaciones conocidas por el experto entran así mismo en el alcance de protección de la invención, tal como se define por las reivindicaciones.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Acero con los siguientes porcentajes de aleación:

- 5        el 0,38 - 0,45 % en peso de C  
          el 0,6 - 0,9 % en peso de Mn  
          como máximo el 0,025 % en peso de P  
          como máximo el 0,035 % en peso de S  
          el 0,9 - 1,2 % en peso de Cr
- 10        el 0,15 - 0,30 % en peso de Mo  
          el 4 % en peso de Si  
          el 0,04 % en peso de Ti  
          el 0,005 % en peso de B
- 15        el resto hierro.

2. Elemento constructivo, en particular componente de máquina, producido a partir de una aleación de acero de acuerdo con la reivindicación 1 de una resistencia a la tracción de > 1000 - 1200 [MPa], un límite elástico [MPa] de >700 a aproximadamente 950; un alargamiento de rotura > 17% y una resistencia al cascarillado de > 650°C.

- 20
- 3. Elemento constructivo de acuerdo con la reivindicación 2, seleccionado del grupo que consiste en pistones, también para motores de combustión, cigüeñales, bielas, partes de dirección, partes de válvula, partes de correa de transmisión en particular para partes calientes; elementos constructivos de centrales eléctricas; partes de sujeción para zonas resistentes al calor, partes de turbina a vapor, partes de cámara de combustión, en particular para quemadores de gas o de aceite; instalaciones de gas de escape y sus partes.
- 25

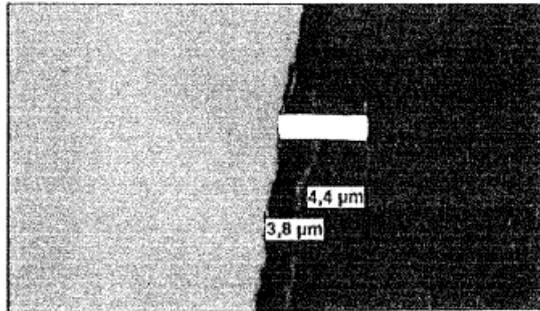
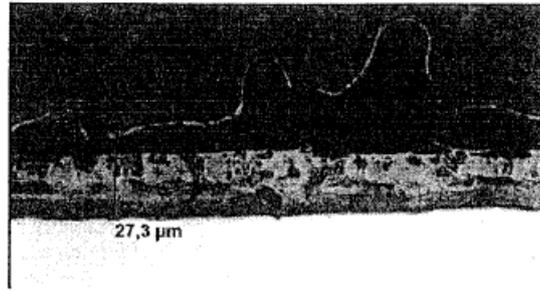


FIG.1

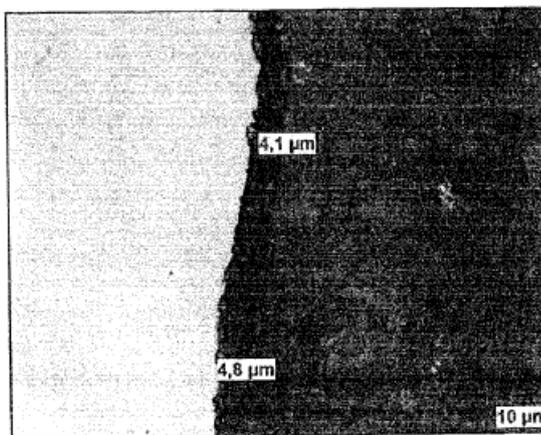
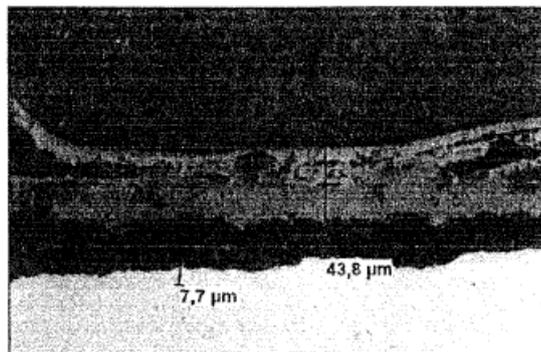


FIG.2

Propiedades mecánicas de masas fundidas de ensayo

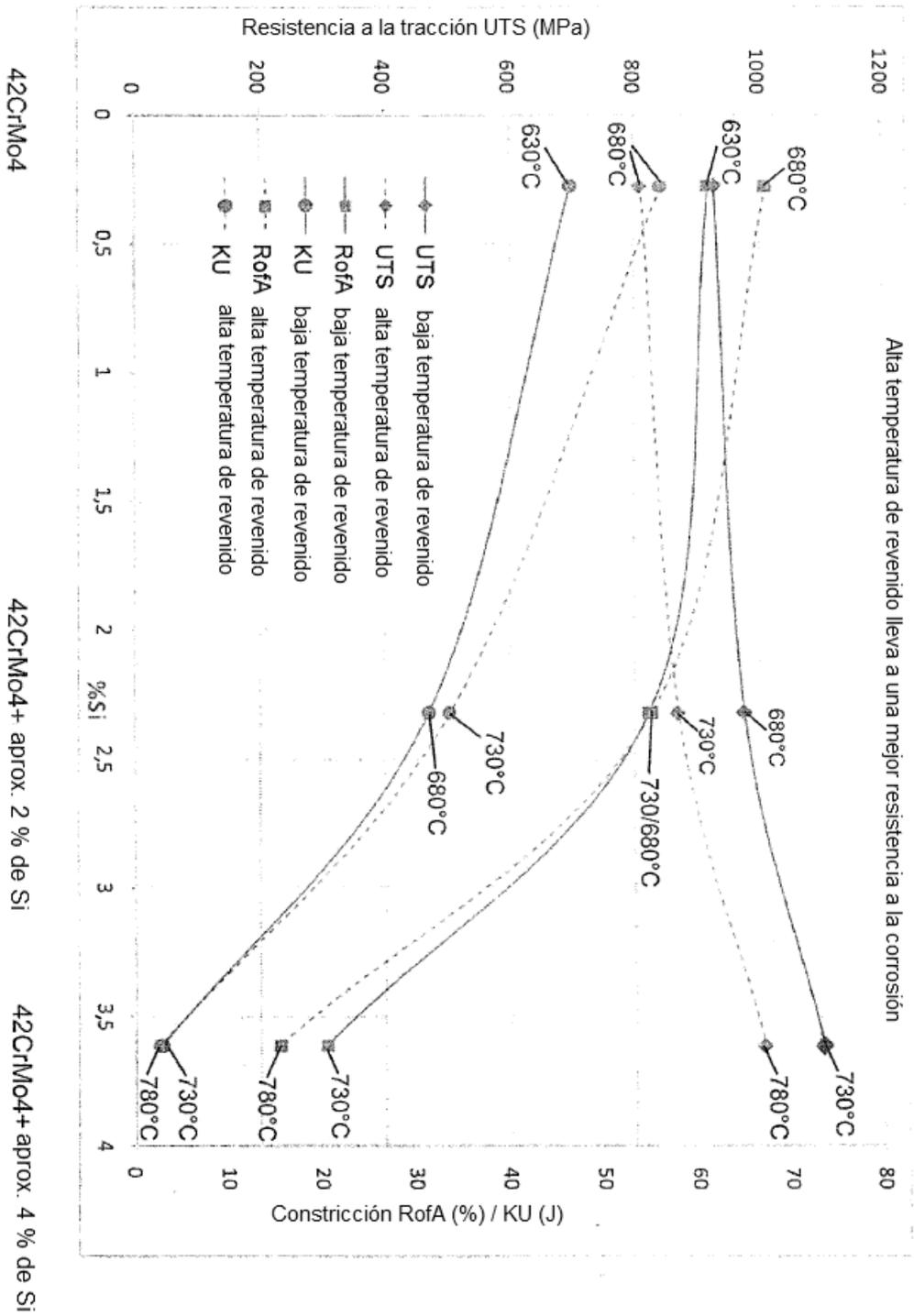


Fig. 3