

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 801**

51 Int. Cl.:  
**C22C 38/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09712055 .4**  
96 Fecha de presentación: **23.01.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2255021**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2010**

54 Título: **ALEACIÓN CON ACERO PARA UN ACERO ALEADO EN BAJO GRADO, DESTINADO A LA PRODUCCIÓN DE TUBOS DE ACERO SIN CONSTURA ALTAMENTE RESISTENTES.**

30 Prioridad:  
**20.02.2008 DE 102008010749**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.01.2012**

73 Titular/es:  
**V & M Deutschland GmbH**  
**Rather Kreuzweg 106**  
**40472 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:  
**KAUCKE, Christoph;**  
**KUBLA, Guido;**  
**SANDERS, Heinz;**  
**STALLYBRASS, Charles;**  
**SCHNEIDER, André y**  
**SCHÜTZ, Markus**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 372 801 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**

Aleación de acero para un acero aleado en bajo grado, destinado a la producción de tubos de acero sin costura altamente resistentes

5 El invento se refiere a una aleación de acero para un acero aleado en bajo grado, destinado a la producción de tubos de acero sin costura soldables y altamente resistentes, de acuerdo con la reivindicación 1 de esta patente

En particular, el invento se refiere a unos tubos que pueden tener también unas secciones transversales que se desvían de la forma circular, y que están previstos como tubos de construcción para construcciones de estructuras de acero, soldados, especialmente solicitados en alto grado, por ejemplo en la construcción de grúas, puentes, barcos, ascensores y vehículos de carga.

10 Tales tubos pueden presentar, junto a unas secciones transversales circulares, dependiendo de los requisitos y del sector de empleo, p.ej. unas secciones transversales cuadradas, rectangulares o también poligonales.

15 Ciertas aleaciones de acero para tales tubos de acero se conocen por ejemplo a partir del documento de solicitud de patente alemana DE 199 42 641 A1. Esta conocida aleación de acero, junto a pequeñas adiciones de cromo, molibdeno y vanadio, presenta como particularidad para un acero aleado en bajo grado, mediando renuncia al níquel, una adición de wolframio situada en el intervalo de 0,30 - 1,00 %.

20 Mediante la renuncia al níquel, que en caso contrario es necesario imperativamente, o respectivamente mediante la limitación del contenido de Ni a unas bajos valores, se deben de evitar las cascarillas adhesivas y de esta manera se puede mejorar la calidad superficial, en particular al laminar tubos a paso de peregrino en caliente a partir de estos aceros, con el fin de evitar el costoso trabajo posterior con arranque de virutas de la superficie, que en caso contrario es necesario.

Los tubos de construcción para los sectores de uso antes mencionados están sometidos a elevadísimas solicitaciones en lo que se refiere a la resistencia mecánica y a la tenacidad a muy bajas temperaturas hasta de -40°C.

Con el fin de conseguir las propiedades solicitadas, los tubos, después de la laminación en caliente, deben ser sometidos a un tratamiento de temple y revenido.

25 Con el acero conocido como FGS 70 a partir del documento DE 199 42 641 A1, se alcanzaron con seguridad todos los valores mínimos solicitados para el límite de estiramiento, la resistencia a la tracción, el alargamiento a la rotura y el trabajo de golpeo en probeta entallada.

30 Los requisitos planteados a los tubos de construcción para los sectores de uso antes mencionados, no obstante, han ido aumentando constantemente en los últimos años, de manera tal que hoy en día existe crecientemente una necesidad de tubos de construcción con los siguientes requisitos:

- Un límite de estiramiento  $R_{P0,2}$  mínimo: 960 mPa
- Una resistencia a la tracción  $R_m$ : 980 - 1.150 mPa
- Un trabajo de golpeo en probeta entallada  $A_v$  (longitudinalmente): 27 J a -40°C
- Garantía de la soldabilidad general
- 35 • Un contenido de níquel bajo o respectivamente restringido.

El aumento solicitado de la resistencia mecánica junto con una tenacidad suficiente de los tubos sin costura producidos en caliente, para los sectores de uso descritos, necesita el desarrollo de nuevos conceptos de aleación. Especialmente, en la región de unos límites de estiramiento situados en torno a 1.000 mPa, los conceptos de aleación convencionales no consiguen ninguna suficiente tenacidad a muy bajas temperaturas.

40 El mecanismo que aumenta la resistencia mecánica, que al mismo tiempo conduce a un aumento de la tenacidad, es, de modo conocido, la disminución del tamaño de granos. Ésta se puede conseguir p.ej. mediante una adición y aleación de níquel o molibdeno y la disminución vinculada con esto de la temperatura de transformación.

45 Estos conceptos de aleación conducen sin embargo a un aumento del equivalente de carbono y, vinculado con éste, a una peor soldabilidad. Además de esto, el níquel y el molibdeno aumentan significativamente los costos de aleación y además el níquel empeora adicionalmente la calidad superficial de los tubos laminados en caliente.

La posibilidad evidente de elevar el contenido de carbono con el fin de acrecentar la resistencia conduciría, sin embargo, a un empeoramiento de la tenacidad y a una fuerte elevación del equivalente de carbono.

El vanadio se usa asimismo para el acrecentamiento de la resistencia mecánica. Este concepto se basa en el endurecimiento de los cristales mixtos del vanadio y en la segregación de carburos de vanadio finísimos durante el tratamiento de recocido.

Con los conceptos de aleación antes mencionados no se pueden conseguir, sin embargo, las propiedades solicitadas.

- 5 Una disminución del tamaño de granos con el fin de mejorar las propiedades mecánicas puede efectuarse fundamentalmente también mediante un tratamiento termomecánico.

El régimen específico de temperaturas durante la producción en caliente de tubos sin costura no permite sin embargo la necesaria disminución de la temperatura de conformación para el uso de conceptos conocidos para un tratamiento termomecánico.

- 10 Hasta ahora, los altos requisitos establecidos se consiguen solamente con unos aceros aleados en alto grado que, a causa de sus altos costos, no han encontrado ninguna aceptación o han encontrado solamente una pequeña aceptación en el mercado.

- 15 Es misión del invento presentar una aleación de acero barata para un acero aleado en bajo grado, destinado a la producción de tubos de acero sin costura, soldables y altamente resistentes, en particular tubos de construcción, que cumpla de una manera segura los requisitos mínimos mencionados en lo que se refiere al límite de estiramiento, la resistencia a la tracción y el trabajo de golpeo en probeta entallada, y además de esto garantice una buena soldabilidad general y al laminar en caliente conduzca a unas superficies ópticamente irreprochables.

El problema planteado por esta misión se resuelve partiendo del prefacio en unión con las particularidades caracterizantes de la reivindicación 1. Unos perfeccionamientos ventajosos son objeto de reivindicaciones secundarias.

- 20 De acuerdo con la enseñanza del invento, para un acero aleado en bajo grado, destinado a la producción de tubos de acero sin costura laminados en caliente, soldables y altamente resistentes, en particular tubos de construcción, se propone una aleación de acero con la siguiente composición química:

- 25 0,15 - 0,18 % de C  
0,20 - 0,40 % de Si  
1,40 - 1,60 % de Mn  
como máx. 0,05 % de P  
como máx. 0,01 % de S  
30 > 0,50 - 0,90 % de Cr  
> 0,50 - 0,80 % de Mo  
> 0,10 - 0,15 % de V  
0,60 - 1,00 % de W  
0,0130 - 0,0220 % de N

- 35 el resto hierro con las impurezas debidas al trabajo de fusión, con adición opcional de uno o varios elementos tomados de Al, Ni, Nb y Ti, con la condición de que la relación V/N ha de presentar un valor de 4 hasta 12 y el contenido de Ni del acero no ha de ser mayor que 0,40 %.

La aleación de acero conforme al invento se basa en el desarrollo y perfeccionamiento del acero de construcción de grano fino aleado con wolframio, que se conoce a partir del documento DE 199 42 641 A1.

- 40 A partir de las experiencias obtenidas hasta ahora no se conoce que el wolframio tenga una influencia negativa sobre la soldabilidad. El aumento del límite de estiramiento, conseguible como máximo mediante la aleación con wolframio se presenta según las investigaciones no obstante solamente con hasta aproximadamente 900 Mpa. Un aumento adicional no es posible exclusivamente mediante un aumento del contenido de wolframio. Se ha manifestado como favorable por lo tanto un contenido de W de 0,60 - 1,0 %, de manera preferida de 0,7 - 0,9 %.

- 45 Los ensayos llevados a cabo en el transcurso del presente invento han mostrado, de manera sorprendente, que en el caso de una adición sólo insignificamente más alta, en comparación con la aleación de acero conocida, de unos elementos de aleación tales como Cr y Mo, el mantenimiento de determinadas reacciones de V/N conduce a un manifiesto aumento brusco de la resistencia mecánica mediando mantenimiento del exigido trabajo mínimo de golpeo en probeta entallada de 27 J a -40°C.

- 50 Para la consecución de una determinada "resistencia mecánica de base" se ha comprobado que la suma de las adiciones de Cr, Mo y W debería ser, sin embargo, por lo menos de 1,5 % en peso.

El invento comprende el concepto innovador de la elevación de la temperatura de detención de la recristalización a un valor situado manifiestamente por encima de la temperatura de laminación final mediante una deliberada microaleación

con vanadio y nitrógeno. Basándose en unos extensos cálculos termodinámicos, la relación de los contenidos de V y N debería estar situada entre 4 y 12, con el fin de conseguir el efecto deseado.

5 En términos generales, unos altos contenidos de nitrógeno disuelto han de considerarse como desventajosos para la tenacidad. Mediante la apropiada elección de la relación de V/N en el intervalo de 4 - 12, el contenido de nitrógeno disuelto se puede reducir no obstante a un mínimo, mientras que al mismo tiempo los carbonitruros de vanadio formados producen el deseado efecto del refinamiento de los granos mediante un tratamiento termodinámico.

10 El contenido de nitrógeno de la aleación, por consiguiente desusadamente alto pero inocuo, establecido mediante la formación de carbonitruros de vanadio, o respectivamente empleado incluso para el refinamiento de los granos, hace posible además, de manera ventajosa, la renuncia a unos caros tratamientos de desgasificación en el marco de la metalurgia secundaria.

15 En el marco del concepto de aleación conforme al invento, dependiendo de los requisitos, está prevista además una opcional adición y aleación de uno o varios elementos de aleación tomados de Al, Ni, Nb y Ti. Estos requisitos se pueden establecer p.ej. a partir de unos grosores de pared, que se han de laminar diferentemente, de los tubos, que pueden estar situados en el intervalo de desde por debajo de 10 mm hasta por encima de 80 mm y que, en particular, en el caso de mayores espesores de pared hacen necesaria una adición y aleación de los elementos mencionados, con el fin de conseguir las propiedades solicitadas mediante refinamiento de los granos.

En lo que se refiere a una relación óptima entre los costos y la utilidad del concepto de aleación se han manifestado como favorables unos contenidos de como máximo 0,03 % de Al, como máximo 0,40 % de Ni, como máximo 0,04 % de Nb y como máximo 0,04 % de Ti.

20 El contenido de Ni, con un valor de como máximo 0,40 %, es lo suficiente bajo como para producir en el caso del procedimiento Rohrkonti (de laminación continua de tubos), principalmente usado para esta calidad de aceros, una calidad superficial suficientemente buena.

25 En el caso del empleo del procedimiento de laminación a paso de peregrino en caliente para la producción de tubos sin costura, con el fin de conseguir una suficiente calidad superficial, el contenido de Ni es limitado a 0,20 %, de manera preferida a 0,15 %, en particular como máximo a 0,10 %.

Los tubos de acero sin costura, producidos a partir de una masa fundida de servicio con la aleación de acero conforme al invento seguidamente expuesta, presentan unos valores excelentes en lo que se refiere a sus propiedades de resistencia mecánica y tenacidad.

30 0,17 % de C  
0,32 % de Si  
1,54 % de Mn  
0,013 % de P  
0,003 % de S  
35 0,74 % de Cr  
0,54 % de Mo  
0,11 % de V  
0,75 % de W  
0,0142 % de N  
40 0,023 % de Al  
0,16 % de Ni  
0,001 % de Ti  
0,164 % de Ni  
con V/N = 8,03.

A continuación de esto, se determinaron los valores expuestos en la siguiente Tabla. Los valores son los valores medios obtenidos en cada caso a partir de cuatro muestras de tracción o respectivamente de cuatro muestras de flexión por golpeo en entalladura. Las muestras se sacaron como muestras longitudinales a partir de tubos tratados térmicamente producidos en el taller.

## ES 2 372 801 T3

Geometría (AD x WD)	R <sub>P0,2</sub>	R <sub>m</sub>	R <sub>P0,2</sub> /R <sub>m</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>v</sub> (a -40°C)
88,9 x 5,8 mm	1.070 Mpa	1.128 Mpa	0,95	14,1 %	40 J
88,9 x 5,8 mm	1.047 Mpa	1.107 Mpa	0,95	13,0 %	41 J
177,8 x 12,6 mm	1.067 Mpa	1.092 Mpa	0,98	15,5 %	42 J
177,8 x 12,6 mm	1.076 Mpa	1.103 Mpa	0,98	17,0 %	37 J
Requisitos	> 960 MPa	980 – 1.150 Mpa		> 10 %	> 27 J

AD: diámetro exterior, WD: espesor de pared.

**REIVINDICACIONES**

1. Aleación de acero para un acero aleado en bajo grado, destinado a la producción de tubos de acero sin costura laminados en caliente, soldables y altamente resistentes, en particular tubos de construcción, con la siguiente composición química (en % en masa)
- 5  
0,15 - 0,18 % de C  
0,20 - 0,40 % de Si  
1,40 - 1,60 % de Mn  
como máximo 0,05 % de P  
10 como máximo 0,01 % de S  
> 0,50 - 0,90 % de Cr  
> 0,50 - 0,80 % de Mo  
> 0,10 - 0,15 % de V  
0,60 - 1,00 % de W  
15 0,0130 - 0,0220 % de N  
el resto hierro con las impurezas debidas al trabajo de fusión, con la adición opcional de uno o varios elementos tomados de Al, Ni, Nb y Ti, de manera tal que los elementos opcionalmente añadidos y aleados con la aleación de acero tengan los siguientes contenidos:  
20 como máximo 0,03 % de Al  
como máximo 0,40 % de Ni  
como máximo 0,04 % de Nb  
como máximo 0,04 % de Ti  
con la condición de que la relación de V/N ha de tener un valor de 4 hasta 12 y el contenido de Ni del acero no ha de ser de más que 0,40 %.
- 25 2. Aleación de acero de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el contenido de W es de 0,7 - 0,9 %.
3. Aleación de acero de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-2, caracterizada porque la cantidad añadida de Cr, Mo y W es de por lo menos 1,5 % en peso.
- 30 4. Tubo de acero sin costura soldable altamente resistente, en particular tubo de construcción, producido por laminación en caliente con subsiguiente temple y revenido, que se compone de un acero con la siguiente composición de aleación:
- 35 0,15 - 0,18 % de C  
0,20 - 0,40 % de Si  
1,40 - 1,60 % de Mn  
como máximo 0,05 % de P  
como máximo 0,01 % de S  
> 0,50 - 0,90 % de Cr  
> 0,50 - 0,80 % de Mo  
40 > 0,10 - 0,15 % de V  
0,60 - 1,00 % de W  
0,0130 - 0,0220 % de N con  
 $4 \leq V/N \leq 12$
- 45 el resto hierro con las impurezas debidas al trabajo de fusión, que contiene uno o varios elementos tomados de Al, Ni, Nb y Ti, de manera tal que los elementos opcionalmente añadidos y aleados con la aleación de acero tengan los siguientes contenidos:
- 50 como máximo 0,03 % de Al  
como máximo 0,40 % de Ni  
como máximo 0,04 % de Nb  
como máximo 0,04 % de Ti  
y con un contenido de Ni de a lo sumo 0,40 %.
- 55 5. Tubo de construcción de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el contenido de W de la aleación de acero es de 0,7 - 0,9 %.
6. Tubo de construcción de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la adición de Cr, Mo y W es de por lo menos 1,5 % en peso.