(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 402 763**

(51) Int. Cl.:

C22C 38/58 (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2002** **E 02291881 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013** **EP 1281785**

(54) Título: **Acero inoxidable austenitico para deformación en frio que puede ser seguida de un mecanizado**

(30) Prioridad:

27.07.2001 FR 0110070

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2013

(73) Titular/es:

UGITECH (50.0%)
AVENUE PAUL GIROD
73400 UGINE, FR y
APERAM STAINLESS FRANCE (50.0%)

(72) Inventor/es:

HAUSER, JEAN-MICHEL y
CRAEN, RAPHAEL

(74) Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

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).

ES 2 402 763 T3

DESCRIPCIÓN

Acero inoxidable austenítico para deformación en frío que puede ser seguida de un mecanizado

[0001] La invención se refiere a un acero inoxidable austenítico para deformación en frío del tipo golpeado en frío. Los aceros que contienen un mínimo de 11 % de cromo son llamados inoxidables y tienen una buena resistencia a la corrosión. Los aceros inoxidables austeníticos contienen además níquel, lo cual les confiere propiedades interesantes de realización, en especial mediante transformación en frío.

[0002] Uno de los aceros austeníticos más corrientemente utilizado es un acero cuya composición es la siguiente: C<0.08, Si<1 %, Mn < 2%, S < 03%, P < 0.045%, 18<Cr20%, 8<Ni<12%, que se presta bien a la transformación en frío, pero está limitado en el ámbito de la deformación debido a su coeficiente de conformación en frío relativamente elevado, que define una consolidación importante debida a la formación de martensita de conformación en frío.

[0003] Es conocido otro acero inoxidable austenítico de composición siguiente: C<0.12%; Si < 1%; Mn < 2%; S <0.03%; P < 0.045%; 17 <Cr <19%; 10 < Ni< 13%, que aporta una solución al problema de la posibilidad de conformación en frío debido a un contenido de níquel relativamente elevado, lo cual disminuye la formación de martensita de conformación en frío. Sin embargo, la presencia de níquel en estas cantidades también limita las propiedades de alargamiento del acero, además, este acero es caro teniendo en cuenta el contenido elevado de níquel.

[0004] Una alternativa interesante se ha encontrado parcialmente añadiendo cobre a la composición. El cobre actúa efectivamente como el níquel limitando la formación de martensita de conformación en frío. Existe sin embargo un contenido límite superior para la utilización del cobre, típicamente 3.5%, que no puede ser sobrepasado, con la finalidad de evitar un fenómeno de quemadura durante el laminado en caliente del acero. Sin embargo, este contenido superior de cobre permite obtener una buena aptitud a la deformación, incluso disminuir el contenido de níquel globalmente en aproximadamente un 8%. Una tal composición de acero es en especial utilizada en el golpeado en frío de los productos de acero inoxidable largos.

[0005] Una idea corrientemente extendida para mejorar un poco más la realización en frío de los aceros inoxidables austeníticos es introducir manganeso en la composición, que actúa en el mismo sentido que el níquel o el cobre. Varios documentos proponen soluciones de este tipo. Por ejemplo,

- la patente FR2229776 reivindica un acero de composición siguiente: 3 < Ni < 15%; 6% < Mn < 16%; 10% < Cr < 25%; Si > 2%. El interés de este acero está en la resistencia a la abrasión.

- la patente US3, 910,788 divulga un acero de composición siguiente: 1% < Si < 2.5%; 1.5% < Mn < 5%; 1% < Cu < 4%; 6 % < Ni < 9%; 15% < Cr < 19%; N < 0.03%; C+N < 0.04%.

[0006] Este acero está adaptado a la transformación en frío y a la embutición en el ámbito de los productos planos y resiste a la ruptura en diferido. Las concentraciones de níquel de la composición son relativamente elevadas, y el acero contiene silicio en una cantidad no despreciable, lo cual aumenta el coeficiente de conformación en frío.

- los documentos japoneses JP 63060051 y JP 63060050 proponen ambos la composición de un acero que es la siguiente: C < 0.15%; Si < 1.5%; 0.5% < Mn < 6%; 17% < Cr < 23%; 10% < Ni < 15%; 0.1% < Cu < 3%; 0.02% < N < 0.35%; con una estabilización con los elementos Ti+Nb+V. Los elevados contenidos de carbono y nitrógeno presentados provocan que se alcancen rápidamente durezas elevadas por transformación en frío, lo cual es redhibitorio para el ámbito del golpeado en frío.

- el documento US 3 753 693 presenta una composición de acero tal que: 17 < Cr < 19%; 7% < Ni <10%; 11 % < Mn < 13%; 0.01% < N < 0.07%; C < 0.06%; Si < 1 %; Mo < 2%; Cu < 1.5%.

[0007] Esta composición se aconseja en especial para las aplicaciones de golpeado en frío, en las cuales ofrece un coeficiente de conformación en frío reducido gracias a contenidos muy elevados de níquel y manganeso.

[0008] Sin duda de prestaciones elevadas para el golpeado, esta composición no tiene interés económico debido a los contenidos respectivos elevados de níquel y de cromo.

- el documento JP 55 031 173 presenta una clase de acero de composición siguiente: C < 0.02%; 0.04% < N < 0.1%; 2.5% < Cu < 4%; 6% < Ni < 8%; 17% < Cr < 19% y 3% < Mn < 4%; S < 0.003%.

[0009] En este documento**,** el contenido de níquel sigue siendo relativamente elevado, y el de nitrógeno muy elevado. Este acero se utiliza para la fabricación de remaches y tornillos de acero inoxidable.

- el documento US 4 911 883, se refiere a un acero inoxidable para la transformación en frío, de composición siguiente: C < 0.04%; Si < 0.6%; 6% < Ni < 8%; 2.2% < Mn < 3.8%; 17% < Cr < 19%; 2.5% < Cu < 4%; S < 0.002%; N < 0.010%.

[0010] Esta composición es cercana a la anteriormente citada, con, en especial, un contenido de níquel que sigue siendo bastante elevado.

- en el documento WO 00/26428 se trata una composición que comprende: 0.025% < C < 0.15%; 4% < Mn < 12%; Si < 1%; P < 0.2%; S < 0.1%; 15.5% < Cr < 17.5%; 1% < Ni < 4%; 0.25% < Mo < 1.5%; 1.5% < Cu < 4%; W < 1 %; Co < 1 %; 0.05% < N < 0.3%; respetando las relaciones Cr%+Mo% < 17.75% y Cr%+3.3Mo%+13N% > 20.5%. Esta composición comprende bajos contenidos de Ni.

[0011] En el mismo ámbito, es conocido el documento JP 2001011579A que presenta la composición siguiente: 0.05% < C < 0.5%; 6% < Mn < 15%; Si < 0.5%; S < 0.03%; 10% < Cr < 20%; 0.04% < Ni < 0.3%; Mo < 3%; Cu < 3%; Al < 0.1%; 0.05% < N < 0.3%, cuya proporción de nitrógeno más carbono es relativamente elevada igual que en la composición del documento precedente.

[0012] EP 0 976 541 A describe un cable compuesto que comprende un núcleo de acero al carbono y un revestimiento de acero inoxidable. La composición del acero inoxidable, cuya estructura es mayoritariamente martensítica tras el trefilado, comprende de 0,005 a 0,05% de C, de 0,005 a 0,05% de N, de 0,1 a 2% de Si, de 0,1 a 5% de Mn, de 5 a 12% de Ni, de 10 a 20% de Cr, de 0 a 3% de Mo y de 0 a 4% de Cu, siendo el resto hierro e impurezas resultantes de la elaboración.

[0013] En resumen, las soluciones propuestas para obtener composiciones de acero inoxidable austenítico para transformación en frío que contienen manganeso pueden clasificarse de la manera siguiente:

- clases de acero muy aleadas, para aplicaciones muy específicas,

- clases de acero al nitrógeno y o carbono con características mecánicas elevadas,

- clases de acero menos aleadas, con niveles de níquel que siguen siendo elevados, y por lo tanto, con niveles de manganeso relativamente bajos, lo cual no presenta una evolución muy marcada con respecto a las clases de acero clásicas, tanto en términos de propiedades de realización, como en términos de reducción de costes.

[0014] La invención tiene como objetivo proponer un acero inoxidable austenítico para golpeado en frío que puede ser seguido de un mecanizado que presenta propiedades mecánicas mejoradas con respecto a los aceros estándar de acero inoxidable austenítico, propiedades muy interesantes para las aplicaciones de transformación mediante golpeado en frío,

[0015] La invención tiene por objeto un acero inoxidable austenítico para golpeado en frío que puede ser seguido de un mecanizado, caracterizado por la composición ponderada siguiente:

carbono < 0,030%

0,3% < silicio < 1%

5% < manganeso < 9%

4,55% < níquel < 7%

15% < cromo < 18%

molibdeno < 0,8%

2% < cobre < 4%

0,02% < nitrógeno < 0,060%

azufre < 0,01%

fósforo < 0,030%

boro < $50 \cdot 10^{-4}$%

C+N < 0.07

[0016] Siendo el complemento hierro e impurezas inevitables y cuyo índice Md30, definido por la relación: Md30 = 551 - 462(C%+N%) - 9,2Si% - 20 Mn% - 13,7 Cr% - 29 Ni% - 29 Cu% - 18,5 Mo% es inferior a - 60.

[0017] El contenido de ferrita tras recalefacción de la estructura bruta de solidificación a 1240°C es inferior a 10%, cumpliendo la relación siguiente:

% ferrita = $0{,}034\, x^2 + 0{,}284x - 0{,}347$, en la cual, $x = 6{,}903[\, Cr_{eq} - Ni_{eq} / 1{,}029 - 6{,}998]$, con Cr_{eq} = Cr% y Ni_{eq} = Ni% + 20,04 C% + 21,31 N% + 0,46 Cu% + 0,08 Mn%.

[0018] La descripción siguiente, presentada de manera no limitativa, permitirá comprender bien la invención. La invención se refiere a un acero inoxidable austenítico para golpeado en frío que puede ser seguido de un mecanizado, según la reivindicación 1 caracterizado en la composición ponderada siguiente:

carbono < 0,030%

0,3% < silicio < 1%

5% < manganeso < 9%

4,55% < níquel < 7%

15% < cromo < 18%

molibdeno < 0,8%

2% < cobre < 4%

0,02% < nitrógeno < 0,060%

azufre < 0,01%

fósforo < 0,030%,

boro<50.10^{-4}%,

C+N<0.07

[0019] En la composición propuesta, el carbono se controla con un contenido inferior a 0.030% con el fin de limitar la formación y el endurecimiento de la martensita de conformación en frío. De la misma manera, y por la misma razón, es necesario controlar la suma de los contenidos en carbono y nitrógeno a un valor inferior a 0.07%.

[0020] El contenido en nitrógeno se controla a un contenido comprendido entre 0.02% < N < 0.060% y preferentemente 0.02% < N < 0.04% para estabilizar la austenita y garantizar un contenido de ferrita en caliente < 15%. Efectivamente, para facilitar la transformación en caliente, se procurará que el contenido de ferrita sea inferior a 10% tras la recalefacción de la estructura bruta de solidificación a 1240°C, con la relación siguiente: % ferrita = $0{,}034\ x^2 + 0{,}284x - 0{,}347$, en la cual, $x = 6{,}903[\ Cr_{eq} - Ni_{eq} / 1{,}029 - 6{,}998]$, con Cr_{eq} = Cr% y Ni_{eq} = Ni% + 20,04 C% + 21,31 N% + 0,46 Cu% + 0,08 Mn%.

[0021] En la composición según la invención, el contenido de níquel ha sido rebajado entre 4,55% y 7% y preferentemente a 5% aproximadamente. La reducción del contenido de Ni se compensa mediante un contenido de manganeso comprendido entre 5% y 9% y preferentemente de aproximadamente 8%. El contenido de cromo garantiza una buena resistencia a la corrosión, y se escoge entre 15% y 18%.

[0022] El cobre está presente en la composición para estabilizar la austenita. Está limitado, tal como se precisa en el estado de la técnica a un contenido inferior a 4%. Se prefiere un contenido superior a 2% para una mejor estabilización de la austenita.

[0023] El azufre está limitado a un contenido inferior a 0.01 % y preferentemente a un contenido inferior a 0.002% con el fin de limitar la formación de sulfuros de manganeso, perjudiciales para la transformación en caliente y para la resistencia a la corrosión.

[0024] Se controlan otros elementos tales como el silicio con un contenido inferior a 1 % y superior a 0.3%. La composición contiene también molibdeno con un contenido inferior a 0.8% y el fósforo con un contenido inferior a 0.030%.

[0025] La adición eventual de boro con un contenido inferior a 50 10-4% puede facilitar la transformación en caliente y en frío.

[0026] Al final, el acero deberá alcanzar un valor de Md30 inferior a -60, estando el valor Md30 ligado a la relación siguiente: Md30 = 551 - 462(C%+N%) - 9,2Si% - 20 Mn% - 13,7 Cr% - 29 Ni% - 29 Cu% - 18,5 Mo%.

En un ejemplo de realización, se ha comparado una composición del acero 1 según la invención con un acero llamado de referencia, austenítico, estándar cuyas composiciones se presentan en la tabla 1 siguiente:

Tabla 1.

	%C	%Si	%Mn	%Ni	%Cr	%Mo	%Cu	%N	%S	Md3 0	%α□
Acero 1	0,023	0,36	8,1	5,1	15,0	0,30	3,3	0,035	0,001	- 71,6	
Acero de Ref.	0,029	0,33	1,8	8,1	17,2	0,29	3,2	0,027	0,002	- 59,3	

[0027] En el ámbito del golpeado en frío, el acero según la invención presenta una aptitud para la realización en frío, mejor que el acero de referencia estándar. Las pruebas de golpeado cruciforme interrumpido muestran que:

- El acero 1 según la invención propuesta no presenta aparición de fisuras.

- El acero de referencia presenta inicios de ruptura dúctil en los ángulos de la cruz.

[0028] En el ámbito de la corrosión, el acero según la invención presenta una buena resistencia a la corrosión, comparable a la de un acero de tipo 304 estándar.

[0029] En los ámbitos del magnetismo, de la soldadura y del mecanizado, el acero según la invención presenta un carácter no-magnético en el estado recocido, y pobremente magnético en el estado conformado en frío, en aptitud a la soldadura, una aptitud a la soldadura equivalente a aquella de un acero del tipo 304 estándar y en aptitud para el mecanizado, una aptitud para el mecanizado semejante a aquella de un acero del tipo 304 estándar.

[0030] El acero de la invención tiene un coste atractivo comercialmente al utilizar elementos de aleación menos caros que el níquel, y conserva una simplicidad de realización en todas las etapas de su elaboración, en especial gracias a una estructura en caliente y propiedades mecánicas compatibles con una elaboración en producción corriente de los aceros inoxidables austeníticos estándar.

[0031] El acero de la invención se presta bien a la realización de piezas que comprende una primera operación de golpeado en frío seguida de un mecanizado de acabado.

[0032] El ámbito de su utilización es potencialmente la fijación como por ejemplo, tornillería, pernos, tuercas, vástagos roscados, y cualquier pieza espéciales obtenida por golpeado en frío tales como por ejemplo, piezas de acastillaje, piezas para el automóvil tales como fijaciones, *air-bags*, soporte y cuerpo de sondas o incluso, piezas para conexión de grandes series tales como por ejemplo, piezas de tornillería eléctrica.

[0033] Se pueden citar también aplicaciones que hacen intervenir la transformación en frío de manera importante buscando una buena relación prestaciones/ coste en el ámbito de los cables trefilados y cables finos por ejemplo, para filtros o coladores, o en el ámbito de los muelles.

REIVINDICACIONES

1. Acero inoxidable austenítico para golpeado en frío que puede ser seguido de un mecanizado, cuya composición ponderada está constituida por:

carbono < 0,030%

0,3% < silicio < 1%

5% < manganeso < 9%

4,55% < níquel < 7%

15% < cromo < 18%

molibdeno < 0,8%

2% < cobre < 4%

0,02% < nitrógeno < 0,060%

azufre < 0,01 %

fósforo < 0,030%,

boro < 50.10^{-4}%,

C + N < 0,07%,

siendo el complemento hierro e impurezas inevitables,

y cuyo índice Md30, definido por la relación: Md30 = 551 - 462(C%+N%) - 9,2Si% - 20 Mn% - 13,7 Cr% - 29 Ni% - 29 Cu% - 18,5 Mo% es inferior a - 60.

2. Acero según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el contenido de ferrita tras recalefacción de la estructura bruta de solidificación a 1240°C es inferior a 10%, y cumple la relación siguiente:

% ferrita = $0,034\ x^2 + 0,284x - 0,347$, en la cual, $x = 6,903[\ Cr_{eq} - Ni_{eq} / 1,029 - 6,998]$, con Cr_{eq} = Cr% y Ni_{eq} = Ni% + 20,04 C% + 21,31 N% + 0,46 Cu% + 0,08 Mn%.