

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 703**

51 Int. Cl.:

**C22C 38/22** (2006.01)  
**C21D 6/00** (2006.01)  
**C21D 6/02** (2006.01)  
**C21D 9/00** (2006.01)  
**C22C 1/10** (2006.01)  
**C22C 33/02** (2006.01)  
**C22C 33/06** (2006.01)  
**F27B 9/24** (2006.01)  
**C22C 38/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2007 PCT/SE2007/050711**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2009 WO09045136**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2007 E 07835296 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2198065**

54 Título: **Un acero reforzado por dispersión como material un rodillo para un horno de solera de rodillos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2018**

73 Titular/es:  
**SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB  
(100.0%)  
811 81 Sandviken, SE**

72 Inventor/es:  
**CHANDRASEKARAN, DILIP;  
HELANDER, THOMAS;  
LEWIN, THOMAS;  
ODELSTAM, THOMAS y  
INNERMAN, JAN**

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

ES 2 671 703 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**

Un acero reforzado por dispersión como material un rodillo para un horno de solera de rodillos

La presente invención se refiere al uso de un acero endurecido por dispersión. Más específicamente, se refiere al uso de un acero ferrítico endurecido por dispersión como material en un rodillo para un horno de solera de rodillos.

5 La presente invención también se refiere a un rodillo para un horno de solera de rodillos que comprende un acero ferrítico endurecido por dispersión, al método para producir dicho rodillo, y a un horno de solera de rodillos que comprende dicho rodillo.

**Antecedentes**

10 Los rodillos metálicos se usan en hornos de tratamiento térmico para el tratamiento térmico de productos metalúrgicos o productos cerámicos. Típicamente, los rodillos se usan en hornos de solera de rodillos para el tratamiento térmico de acero al carbono, acero inoxidable, y productos de aleación a base de níquel. En el horno de solera de rodillos, un objeto a tratar térmicamente se transporta a través del horno por medio de una pluralidad de rodillos. Los rodillos a menudo se fabrican a partir de productos de acero de colada centrífuga debido a la alta resistencia de dicho producto y al costo comparativamente bajo del producto final (incluidos los costos del material y de fabricación). En este caso, el rodillo consiste en varias partes que se producen por separado y posteriormente se sueldan para fabricar el rodillo.

15 Un ejemplo de un material conocido previamente para rodillos en hornos de solera de rodillos es una aleación austenítica de níquel-cromo que comprende 23-30% de Cr, 8-11% de Fe, 1,8-2,4% de Al, 0,01-0,15% de Y, 0,01-1,0% de Ti, 0,01-1,0% de Nb y 0,01-0,2% Zr, como se describe en el Documento de Patente de los EE. UU. de Número US 5.980.821 A. Otro ejemplo de un material conocido previamente para rodillos es una aleación de níquel-cromo que comprende 55-65% de Ni, 19-28% de Cr, 0,75- 2% de Al, 0,2-1% de Ti, 0,035-0,1% de N, hasta 0,1% de C, hasta 1% de cada uno de Si, Mo, Mn y Nb, hasta 0,1% de B y el resto Fe, como se describe en el Documento de Patente Europea de Número EP 0 251 295 A2. Otro ejemplo de un material conocido previamente para rodillos es una aleación colada de níquel-cromo que comprende 15-40% de Cr, 0,5-13% de Fe, 1,5-7% de Al, 0,01-0,4% de Zr y 0,019-0,089% de Y, como se describe en el Documento de Patente de Número WO 2004/067788 A1.

20 Los rodillos de colada centrífuga convencional de aleaciones de Ni-Cr a menudo adolecen de una resistencia a la oxidación insuficiente debido a la espalación del óxido de la superficie. Además, existe el riesgo de formación de defectos superficiales, tales como la precipitación de partículas duras de, por ejemplo, carburos, durante su uso a altas temperaturas. Por lo tanto, dichos rodillos a menudo se revisten con un material de revestimiento adecuado para prolongar la vida útil. Sin embargo, este tipo de rodillo todavía requiere de inspección cada seis meses y de un reacondicionamiento una vez al año debido a los riesgos de defectos en la superficie o de espalación del revestimiento. El tiempo de vida total de este tipo de rodillos suele estar en el intervalo de dos a tres años. El reacondicionamiento significa que el rodillo se tiene que retirar del horno y mecanizar, generalmente mediante torneado, para lograr la superficie deseada. En el caso de estos rodillos revestidos, el rodillo también se tiene que volver a revestir. El reacondicionamiento es un proceso lento y costoso, especialmente debido a que se tiene que apagar el horno y retirar el rodillo del horno para su reacondicionamiento. Por lo tanto, la necesidad de reacondicionamiento reduce la productividad del horno de solera de rodillos.

30 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención encontrar un material adecuado para ser usado en rodillos, destinado a ser usado en hornos de solera de rodillos para el transporte de un objeto que se someterá a un tratamiento térmico, lo que minimiza la necesidad de reacondicionar el rodillo y por lo tanto, minimiza la pérdida de productividad del horno de solera de rodillos.

**Compendio**

El objetivo identificado anteriormente se logra usando un acero ferrítico endurecido por dispersión con la siguiente composición en porcentaje en peso:

45	C	máx. 0,2
	Si	máx. 1
	Mn	máx. 0,7
	Mo	1,5-5
	Cr	18-25
50	Ni	máx. 2
	Al	3-7
	N	máx. 0,2

O máx. 0,2

al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Ta, Hf, Zr e Y hasta 2,2  
el resto Fe y las impurezas que ocurren normalmente.

5 Se ha encontrado que, al usar el acero ferrítico endurecido por dispersión según la presente invención, no hay necesidad de revestir el rodillo y no se forman partículas duras sobre la superficie del rodillo durante el uso. Por lo tanto, no hay necesidad de reacondicionar la superficie del rodillo. Además, la resistencia a la oxidación es superior como resultado de la formación de un óxido de aluminio estable, inerte y bien adherente sobre la superficie durante el uso del rodillo.

10 Se espera que un rodillo, en donde al menos la parte del rodillo que va a estar sometida a la atmósfera y temperatura del horno de solera de rodillos está hecha del acero endurecido por dispersión según la invención, se pueda usar hasta al menos tres años sin necesidad alguna de medidas de mantenimiento, incluso cuando se use a elevadas temperaturas del horno tales como por encima de 900°C. Es especialmente adecuado a temperaturas del horno de solera de rodillos en el intervalo de 1.100-1.300°C.

15 El acero endurecido por dispersión se produce por pulvimetalurgia, preferiblemente por pulvimetalurgia de solidificación rápida.

Aunque la presente invención se refiere principalmente a un rodillo que está adaptado para estar en contacto directo con el objeto a tratar térmicamente, el rodillo según la presente invención también se puede usar en el caso en donde se transporta el objeto a tratar térmicamente a través del horno sobre una malla, banda o placa que a su vez está soportada por los rodillos.

## 20 Descripción detallada

El acero ferrítico endurecido por dispersión usado según la presente invención tiene una alta resistencia mecánica a alta temperatura que permite ser usado incluso a altas temperaturas de horno, tales como por encima de 900°C. La microestructura contiene una dispersión fina de inclusiones estables. Estas inclusiones proporcionan obstáculos efectivos para el movimiento de dislocación, y son la base de la resistencia a la fluencia a alta temperatura.

25 El acero endurecido por dispersión también tiene muy buena estabilidad de forma a altas temperaturas. Además, el acero endurecido por dispersión tiene propiedades superiores de corrosión/oxidación en las atmósferas normalmente usadas en los hornos de solera de rodillos en comparación con los materiales usados convencionalmente para rodillos. Esto se debe principalmente a la formación de un óxido de aluminio estable, inerte en la superficie del acero. Además, no muestra reacción entre la capa de óxido y el objeto a tratar térmicamente en  
30 el horno de solera de rodillos, y no precipitan partículas duras en la superficie del acero. La capa de óxido de aluminio formada en el acero es extremadamente adherente y tiene una velocidad de crecimiento muy lenta, lo que confiere al acero una excelente protección contra la oxidación y la corrosión adicionales. Por lo tanto, un rodillo de acero endurecido por dispersión según la presente invención tiene una muy larga vida de servicio.

35 El uso del acero endurecido por dispersión según la presente invención comprende 18-25% de Cr, preferiblemente 20-24% de Cr, más preferiblemente 20,5-23,5% de Cr. El contenido de Si es como máximo 1%, preferiblemente como máximo 0,8%, y el contenido de Mn es como máximo 0,7%, preferiblemente como máximo 0,5%. El contenido de Mo del acero endurecido por dispersión es 1,5-5%, preferiblemente 2-4%. El acero puede comprender hasta 2% de Ni, pero preferiblemente comprende como máximo 1% de Ni.

40 El acero endurecido por dispersión comprende 3-7% de Al, que es necesario para lograr el óxido de aluminio estable e inerte en la superficie del acero. Menos de un 3% no proporcionaría suficiente resistencia a la oxidación ya que se formaría un óxido mixto en la superficie. La adherencia de tal óxido mixto a la superficie no es suficiente a altas temperaturas y para las cargas mecánicas a las cuales se someten los rodillos durante su uso en un horno de solera de rodillos. Según una realización, el contenido de Al del acero es 4-6%, más preferiblemente 4,5-5,5%.

45 Además, el acero endurecido por dispersión contiene al menos uno de Ta, Hf, Zr e Y, preferiblemente en una cantidad de al menos 0,05%, con el fin de lograr la dispersión deseada por medio de la formación de óxidos, nitruros y/o carburos. La cantidad total de Ta, Hf, Zr e Y puede ser de hasta 2,2% en peso, pero es preferiblemente de hasta 2%, más preferiblemente de hasta 1%. Según una realización preferida, el acero endurecido por dispersión contiene al menos 0,1% de Ta, Hf, Zr y/o Y.

50 El contenido de C del acero endurecido por dispersión es como máximo 0,2%, preferiblemente como máximo 0,15%, ya que contenidos altos de carbono pueden dificultar la producción y pueden hacer que el acero se vuelva quebradizo. El contenido de N es como máximo 0,2%, preferiblemente como máximo 0,01-0,1%, más preferiblemente 0,02-0,08%. El contenido de oxígeno es como máximo 0,2%, preferiblemente 0,01-0,1%, más preferiblemente 0,03-0,08%. El nitrógeno y el oxígeno están presentes esencialmente en la forma de partículas de nitruro y óxido, respectivamente. Cantidades demasiado altas de estos elementos pueden dificultar la producción de  
55 artículos del acero debido al riesgo de fragilización.

El acero ferrítico endurecido por dispersión usado según la presente invención se conoce previamente para su uso en tubos de calentamiento por radiación, tales como los tubos de craqueo en hornos para el craqueo de hidrocarburos en etileno.

5 El acero ferrítico endurecido por dispersión se produce por pulvimetalurgia (PM, por sus siglas en inglés), que es necesaria para que el acero se endurezca suficientemente por dispersión.

10 El endurecimiento por dispersión es una forma de mejorar las propiedades mecánicas de las aleaciones que se usarán a altas temperaturas, y se ha usado durante muchos años en materiales comerciales producidos usando rutas de pulvimetalurgia. Hay dos versiones distintivamente diferentes de ruta por PM (por sus siglas en inglés) en las que la primera ruta introducida se conoce como Aleación Mecánica (MA, por sus siglas en inglés). El proceso de MA (por sus siglas en inglés) ofrece la posibilidad de introducir una distribución fina de inclusiones refractarias e implica, además de la producción del polvo, una costosa etapa de molienda en la que se mezclan los óxidos y las partículas metálicas, y se forma la distribución de partículas finas. La segunda y más recientemente introducida clase de materiales se produce con PM (por sus siglas en inglés) pero usa una solidificación rápida del polvo mediante el proceso de atomización de gas para proporcionar una distribución fina de inclusiones. Las inclusiones pueden ser óxidos, nitruros o carburos, dependiendo de la composición del acero. El proceso generalmente proporciona inclusiones que son menores en número y ligeramente mayores que las obtenidas por el proceso de MA (por sus siglas en inglés).

15 El acero ferrítico endurecido por dispersión según la presente invención se fabrica por medio de la ruta de solidificación rápida, es decir, mediante medios de atomización de gas, ya que esto permite las propiedades más beneficiosas del acero.

20 El polvo producido se carga a continuación en una cápsula y se somete a compactación, tal como prensado isostático en caliente (HIP, por sus siglas en inglés), para lograr un tocho o tubo sólido. A continuación, si es necesario, el tocho o tubo se conforma, por ejemplo, mediante laminado o extrusión, y/o se mecaniza, en la forma y superficie deseadas del rodillo.

25 Según una realización de la invención, el rodillo comprende varias partes diferentes en donde al menos la parte del rodillo que se va a someter a la atmósfera y temperatura del horno de solera de rodillos está hecha del acero endurecido por dispersión como se describió anteriormente. Las otras partes del rodillo, tales como las partes que están sometidas a temperaturas más bajas (por ejemplo, partes que se extienden a través de la pared del horno o que están en contacto con los cojinetes) pueden ser de otros materiales menos complejos ya que estas partes no están expuestas a los ambientes más severos y a las temperaturas más altas, y no están en contacto directo con el objeto a tratar térmicamente. Las diferentes partes de dicho rodillo se pueden ensamblar mecánicamente o conectar por soldadura dependiendo del diseño del rodillo.

30 El acero endurecido por dispersión usado según la presente invención también es muy adecuado en ambientes de carburación y sulfuración y, en consecuencia, también se puede usar en hornos que tengan tales ambientes. El acero endurecido por dispersión muestra un rendimiento superior en estos ambientes en comparación con materiales que forman óxidos de cromo sobre la superficie del material, tales como las aleaciones de Cr-Ni anteriormente descritas.

35 Se ensayó un rodillo según la presente invención en un horno de solera de rodillos con una atmósfera de oxígeno al 5%. El horno se apagaba durante los fines de semana y, por consiguiente, el rodillo estuvo sometido a condiciones cíclicas. La temperatura máxima dentro del horno fue de 1.200°C y la temperatura promedio fue de 1.100°C. El rodillo se retiró después de seis meses para su inspección y se comparó con un rodillo de Ni-Cr de colada centrífuga convencional sometido a las mismas condiciones. El rodillo según la presente invención tenía una superficie uniforme después del ensayo, mientras que el rodillo convencional mostraba la precipitación de partículas duras en la superficie y una superficie irregular causada por la espalación del óxido superficial. El rodillo según la presente invención se reinstaló después en el mismo horno durante un período adicional de seis meses y se sometió a la misma temperatura y atmósfera, pero sin que el horno se apagara durante este período de tiempo, es decir, condiciones esencialmente constantes. El rodillo se retiró de nuevo para su inspección. La superficie del rodillo seguía siendo muy suave. De las pruebas anteriores, está claro que el uso del acero ferrítico endurecido por dispersión mejora la vida útil del rodillo y evita la necesidad del reacondicionamiento. Esto a su vez conduce a un menor número de paradas del horno debido a la necesidad de medidas de mantenimiento de los rodillos. El resultado de los primeros 6 meses de funcionamiento también muestra que el rodillo según la presente invención no es sensible a las condiciones cíclicas.

**REIVINDICACIONES**

5 1.- Rodillo metálico para un horno de solera de rodillos en donde el rodillo se adapta para transportar un objeto a tratar térmicamente a través del horno de solera de rodillos caracterizado porque al menos la parte del rodillo que está adaptada para estar en contacto, bien directamente o a través de una malla, banda o placa intermedia, con el objeto a tratar térmicamente, consiste en un acero ferrítico endurecido por dispersión con la siguiente composición en porcentaje en peso

	C	máx. 0,2
	Si	máx. 1
	Mn	máx. 0,7
10	Mo	1,5-5
	Cr	18-25
	Ni	máx. 2
	Al	3-7
	N	máx. 0,2
15	O	máx. 0,2

al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Ta, Hf, Zr e Y hasta 2,2, el resto Fe y las impurezas que ocurren normalmente.

2.- El rodillo metálico según la reivindicación 1, en donde el acero endurecido por dispersión comprende 4-6% de Al.

20 3.- El rodillo metálico según las reivindicaciones 1 o 2, en donde el acero endurecido por dispersión comprende 0,05-2% en total de uno o más de los elementos seleccionados del grupo que consiste en Ta, Hf, Zr e Y.

4.- El rodillo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el acero endurecido por dispersión tiene la siguiente composición en porcentaje en peso

	C	máx. 0,15
	Si	máx. 0,8
25	Mn	máx. 0,5
	Mo	2-4
	Cr	20-24
	Ni	máx. 1
	Al	4-6
30	N	0,01-0,1
	O	0,01-0,1

al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Ta, Hf, Zr e Y 0,05-1 el resto Fe y las impurezas que ocurren normalmente.

5.- Un horno de solera de rodillos que comprende un rodillo metálico según cualquiera de las reivindicaciones 1-4.

35 6.- El horno de solera de rodillos según la reivindicación 5, en donde funciona a una temperatura de al menos 900°C, preferiblemente 1.100-1.300°C.

7.- El horno de solera de rodillos según las reivindicaciones 5 o 6, en donde funciona con atmósfera oxidante, carburante o sulfurante.